

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**Curso de Especialização em Engenharia de Produção**

**IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM  
EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS DE UMA INDÚSTRIA DE BENS  
DE CONSUMO.**

**CURITIBA**

**2012**

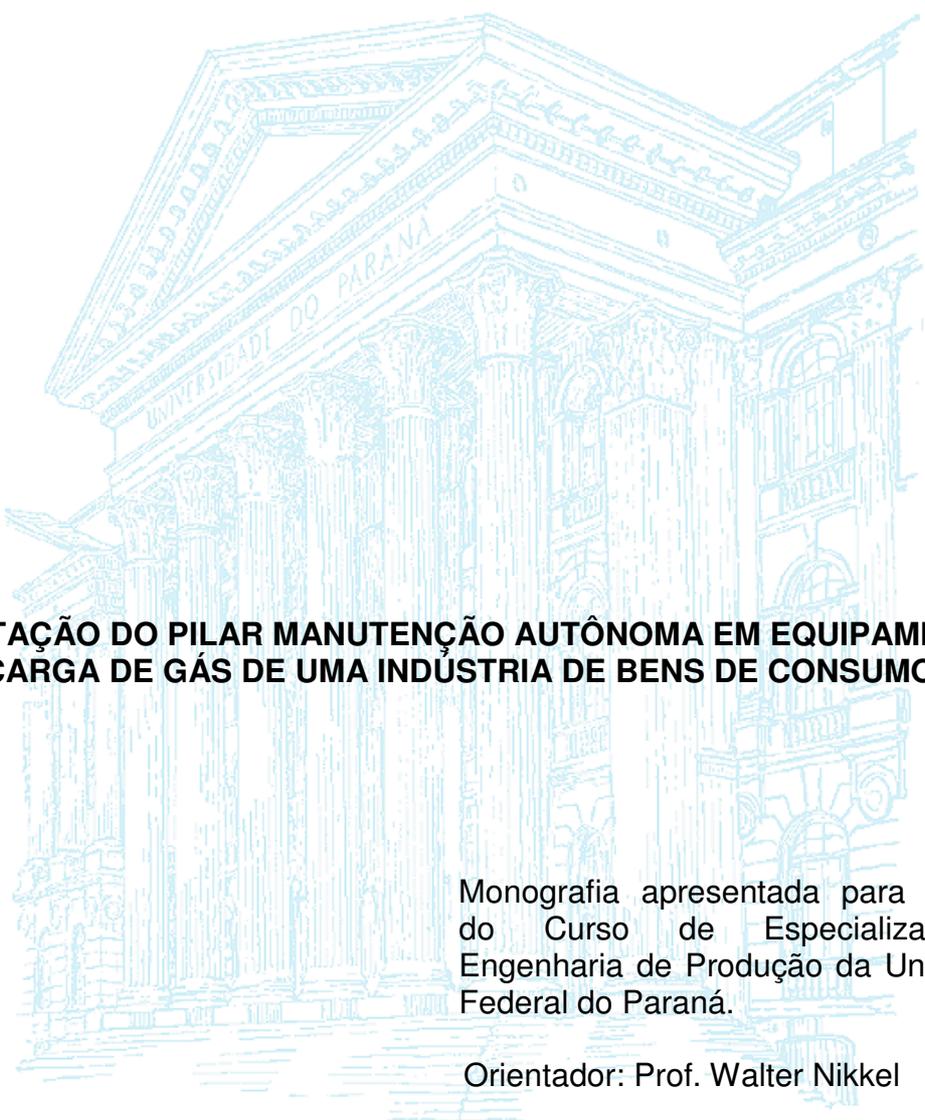
**RENATO SAENS AMARAL JUNIOR**

**IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM EQUIPAMENTO DE  
CARGA DE GÁS DE UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO.**

**CURITIBA**

**2012**

**RENATO SAENS AMARAL JUNIOR**



**IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS DE UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO.**

Monografia apresentada para conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Walter Nikkel

**CURITIBA**

**2012**

## TERMO DE APROVAÇÃO

RENATO SAENS AMARAL JUNIOR

### IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS EM UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Departamento de Mecânica, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

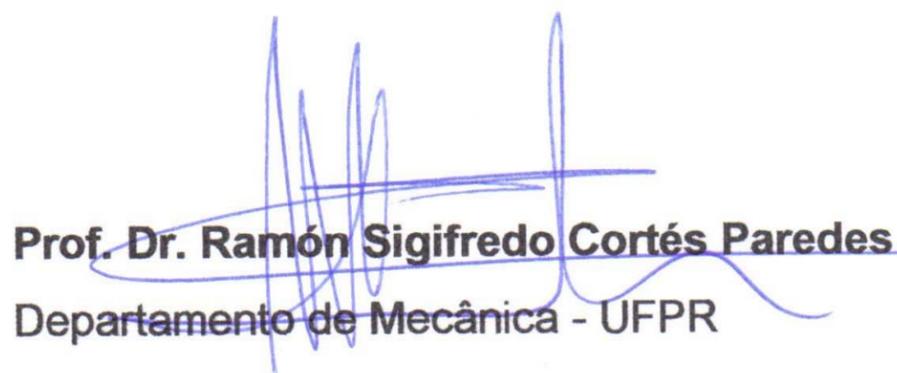
Orientador:



**Prof. Ms. Walter Nikkel**

Departamento de Mecânica - UFPR

Avaliador:



**Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes**

Departamento de Mecânica - UFPR

Curitiba, 13 de setembro de 2012.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1    Objetivo Geral.....	10
1.2    Objetivos Específicos.....	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
2.1    Manutenção.....	11
2.1.1    A Importância da Manutenção.....	11
2.1.2    Custos da Manutenção.....	13
2.1.3    Indicadores de Manutenção e Produção.....	15
2.1.3.1    Tempo Médio entre Falhas (MTBF).....	15
2.1.3.2    Tempo Médio para Reparo (MTTR).....	16
2.1.3.3    Eficiência Global do Equipamento (OEE).....	16
2.1.4    Histórico da Manutenção.....	18
2.1.5    Tipos de Manutenção.....	19
2.1.5.1    Manutenção Corretiva.....	19
2.1.5.2    Manutenção Preventiva.....	21
2.1.5.3    Manutenção Preditiva.....	22
2.1.5.4    Manutenção Detectiva.....	23
2.2    Manutenção Produtiva Total – TPM.....	23
2.2.1    História do TPM.....	23
2.2.2    Conceito do TPM.....	25
2.3    Os Pilares do TPM.....	27
2.3.1    Pilar Melhorias Específicas.....	27
2.3.2    Pilar Manutenção Autônoma.....	28
2.3.3    Pilar de Manutenção Planejada.....	29
2.3.4    Pilar de Educação e Treinamento.....	30
2.3.5    Pilar Manutenção da Qualidade.....	30
2.3.6    Pilar Controle Inicial.....	31
2.3.7    Pilar Administração e Logística (Office TPM).....	31
2.3.8    Pilar SHE (Segurança, Higiene e Meio Ambiente).....	32
2.4    Implantação do TPM.....	32
2.5    A Manutenção Autônoma.....	34
2.5.1    Desenvolvimento da manutenção autônoma.....	35
2.5.2    Etiquetagem.....	36
<b>3. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>38</b>
3.1    Detalhamento do Problema.....	38
3.2    Dados coletados.....	39
3.3    Implantação da Manutenção Autônoma.....	40
3.4    Resultados obtidos.....	44
3.5    Conclusões.....	49
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS E DIFERENÇAS ENTRE OS MODELOS TPM E PM AMERICANO.....	24
TABELA 2 – PERDAS DE PRODUÇÃO (PRODUTOS) DEVIDO A PROBLEMAS COM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	39
TABELA 3 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GAS .....	41
TABELA 4 – PERDAS DE PRODUÇÃO (PRODUTOS) DEVIDO A PROBLEMAS COM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	45
TABELA 5 – INFLUÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO.....	47

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – DESEMPENHO EQUIPAMENTO X TEMPO.....	11
FIGURA 2 – INTERFACES DO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO.....	13
FIGURA 3 – GRÁFICO DE CUSTOS VERSUS NÍVEL DE MANUTENÇÃO.....	14
FIGURA 4 – GRÁFICO DE LUCRO VERSUS DISPONIBILIDADE.....	14
FIGURA 5 – ILUSTRAÇÃO DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO MTBF E MTTR.....	16
FIGURA 6 – CÁLCULO DA EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.....	17
FIGURA 7 – OS PILARES DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	27
FIGURA 8 – EDUCAÇÃO E TREINAMENTO .....	30
FIGURA 9 – AS 12 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	33
FIGURA 10 – ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA..	36
FIGURA 11 – EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	38
FIGURA 12 – GRÁFICO DE PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA DE MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	39
FIGURA 13 – GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	40
FIGURA 14 – GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO DE REPARO DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	40
FIGURA 15 – TREINAMENTO OPERACIONAL, SOBRE O EQUIPAMENTO; MINISTRADO POR REPRESENTANTE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO.....	42
FIGURA 16 – CHECK LIST SEMANAL DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	42
FIGURA 17 – EXEMPLO DE LIÇÃO DE UM PONTO – LUP 05 DO CHECK LIST DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS.....	43
FIGURA 18 – EXEMPLO DE ETIQUETAS DE DETECÇÃO DE ANOMALIAS.....	43
FIGURA 19 – EXEMPLO DE LISTA DE REGISTRO DE ETIQUETAS DE ANOMALIA.....	44
FIGURA 20 – GRÁFICO DE PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA DE MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS, APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	45
FIGURA 21 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DAS PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA PARA MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS, COM RELAÇÃO AOS LEVANTAMENTOS INICIAIS; ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	46

FIGURA 22 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DO INDICADOR MTBF.....	47
FIGURA 23 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DO INDICADOR MTTR.....	48

## **RESUMO**

Impulsionadas por um mercado cada vez mais exigente e competitivo, as indústrias vem buscando constantemente se adaptar a estas novas tendências trazendo inovação, melhoria da qualidade e redução dos custos. Para possibilitar isso, torna-se essencial a redução dos custos de produção e, uma política de manutenção bem definida acaba sendo extremamente importante nesta busca por maior qualidade e menores custos. Com este foco, a manutenção autônoma, traz uma maior integração entre operação, equipe de manutenção. Ambos passam a zelar pelo equipamento, realizando manutenções adequadas ao seu nível de conhecimento com foco no aumento da disponibilidade e produtividade do equipamento, bem como, da qualidade das peças a serem produzidas nele. Com a implantação da manutenção autônoma, tornou-se perceptível a redução da quantidade de paradas do equipamento para manutenção corretiva. Além disso, o constante monitoramento do equipamento possibilitou um aumento no tempo médio entre falhas e uma redução no tempo médio de reparo. Isto porque, as possíveis falhas são visualizadas com antecedência; possibilitando assim, que a intervenção de manutenção venha a ser realizada de forma mais precisa, uma vez que o tempo de planejamento para a manutenção é maior do que em uma manutenção corretiva não planejada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção Autônoma, Manutenção Produtiva Total, Disponibilidade dos equipamentos

## **ABSTRACT**

Driven by an increasingly demanding and competitive market, the industry is constantly adapting to these new trends, driving innovation, improving quality and reducing prices. To enable it, a reduced production cost and a maintenance policy well-defined is essential to enable a high quality with lower costs. With this focus, the autonomous maintenance brings a greater integration between operators and maintenance team. Now, both are responsible to ensure good conditions to the equipment, performing maintenance actions, according to their level of knowledge, focusing on increasing the availability and productivity of the equipment, as well as, on increasing the quality of the parts produced in this equipment. With the implementation of autonomous maintenance, the reduction in the amount of downtime for corrective maintenance of equipment has become a noticeable. Moreover, the constant monitoring of the equipment allowed an increase in the mean time between failures and a reduction in the meantime to repair. It is possible because the failures chances are shown with advance, thus enabling the maintenance intervention occurs with more accurately, since the planning time for maintenance is greater than in a corrective maintenance non-planned.

**KEYWORDS:** Autonomous Maintenance, Total Productive Maintenance, Availability of equipment.

## 1. INTRODUÇÃO

Sendo a manutenção um dos processos relevantes na busca pela evolução da empresa em quesitos como qualidade dos produtos, custo de fabricação e atendimento aos prazos de entrega combinados com os clientes, sua evolução e melhoria são de suma importância num mercado globalizado bastante competitivo, como o atual.

Na busca por um processo de manutenção de classe mundial, esta, deve deixar de ser observada como fator de gastos para troca de peças e improvisação para manter equipamento em produção. Na verdade, a grande consideração em relação à manutenção passa a ser a de como reduzir sua influência no “*down time*” da produção; através da melhoria no planejamento, na programação, no controle, no acompanhamento, na execução e na análise da manutenção. Ou seja, uma manutenção de classe mundial, para uma empresa que busca competir em um mercado global, deve ser observada como fator de qualidade e produtividade. (WYREBSKI, 1997; XAVIER, 1998).

Para chegar neste nível de excelência nos processos de manutenção, a implantação e implementação gradativa de conceitos e pilares da chamada “Manutenção Produtiva Total” torna-se essencial, pois, promove a qualificação das pessoas, melhoria dos equipamentos e dos processos de manutenção; buscando sempre uma maior disponibilidade através da prevenção à degradação dos equipamentos. Ou seja, a ideia é tornar o processo fabril cada vez mais eficaz. (WYREBSKI, 1997; OLIVEIRA; MARTINS; XAVIER, 2009).

Este trabalho tem como objetivo mostrar, com base em resultados da sua implantação em um equipamento que fica no meio de uma linha de montagem, os benefícios da manutenção autônoma. Devido a esta localização do equipamento, qualquer problema que venha a ocorrer reflete em paradas de linha com consequentes perdas de produção. Os resultados da integração entre equipe de manutenção e operação, promovida pela Manutenção Autônoma, acabam sendo muito mais visível e significativo, neste caso, pois a falha ocorre diretamente no processo de montagem; não tendo opções de inversão de programação como ocorre quando o problema está relacionado à um fornecedor da linha de montagem.

## **1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar os resultados da utilização de conceitos e pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*, em inglês) na busca pela evolução do modelo de manutenção até então adotado na empresa em questão.

## **1.2 Objetivos Específicos**

A partir do objetivo geral podem-se enunciar os seguintes objetivos específicos para o trabalho feito no equipamento de carga de gás:

- Implantação da manutenção autônoma;
- Aumento do nível de conhecimento, dos operadores, sobre o equipamento;
- Aumento da responsabilidade dos operadores em zelar pelo equipamento;
- Redução das paradas de linha, com conseqüente perda de produção, por problemas de manutenção no equipamento;
- Redução da necessidade de intervenções de manutenção corretiva;
- Redução do tempo médio de reparo;
- Aumento do tempo médio entre falhas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Manutenção

A manutenção é um processo responsável por dar suporte ao processo produtivo e tem como objetivo, evitar eventuais problemas que possam afetar o rendimento e produtividade de um equipamento ou de uma empresa, em geral. (ALVES, 2009)

Apesar de ser um assunto já bastante conhecido dos administradores da produção, essas falhas, além de influenciar no fluxo de produção, podem resultar em demais consequências como perdas financeiras, de imagem, de vidas humanas, entre outras. (OLIVEIRA; MARTINS; XAVIER, 2009).

Na FIGURA 1, mostrada a seguir, pode-se observar a variação no desempenho do equipamento, com o passar do tempo, devido à sua deterioração. Fica evidente que a manutenção deste equipamento deverá ocorrer necessariamente no ponto onde é mostrada a quebra. Pode-se, porém, evitar a mesma, com o levantamento e execução de melhorias e/ou manutenções prévias, conforme explicado será comentado posteriormente.

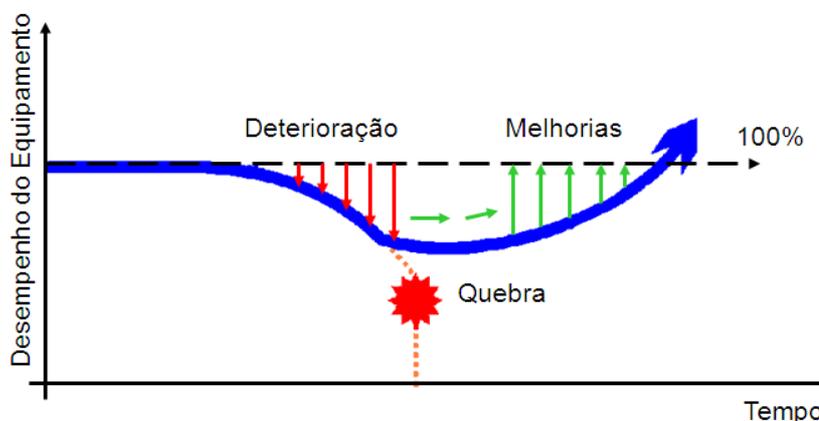


FIGURA 1 – DESEMPENHO EQUIPAMENTO X TEMPO (FONTE: KONEIN, 2010).

#### 2.1.1 A Importância da Manutenção

Totalmente relacionada com o bom funcionamento do equipamento, a manutenção tem importância bastante significativa na produtividade do equipamento. A manutenção mal executada, ou ainda, a ausência de manutenção, podem impactar diretamente na produtividade do equipamento; seja por aumento do tempo de produção, gerada pela redução de desempenho, ou ainda por uma parada efetiva. (MARCORIN; LIMA, 2003)

Esta condição acaba por trazer demais consequências, principalmente relacionadas aos resultados financeiros da empresa. As perdas de produtividade acabam trazendo atrasos de produção, geralmente compensados com horas extras, bem como, o não cumprimento dos prazos acordados com os clientes, que podem resultar em perdas ou rescisões de contrato. (MARCORIN; LIMA, 2003).

Além da produtividade, a manutenção tem consequência direta na disponibilidade do equipamento. A falta de políticas adequadas de manutenção pode acarretar em paradas efetivas do equipamento. Segundo Marcorin e Lima (2003), uma política adequada de manutenção deve, então, manter a capacidade e a disponibilidade da máquina, evitando quebras (aumento de confiabilidade) e criando condições de uma intervenção corretiva rápida e eficaz, quando a falha ocorrer (aumento da mantentabilidade).

Ainda relacionada à manutenção do equipamento, temos a qualidade das peças produzidas. Ambos geralmente são analisados separadamente, porém, sabe-se que, em equipamentos com qualquer nível de automação, o produto terá sua qualidade final determinada, dentre outros fatores, pelo desempenho do equipamento utilizado para sua produção. Isto porque, a correta manutenção do equipamento impedirá a sua deterioração, evitando assim, falhas e/ou desvios que resultem na incapacidade do processo produtivo (MARCORIN; LIMA, 2003)

Conforme Souris (1992 *apud* MARCORIN; LIMA, 2003) pode-se dizer que, a busca da qualidade do processo e do produto resulta, dentre outros fatores, da qualidade da manutenção. Sem esta, qualquer investimento em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

Pode-se dizer então que o departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria. O correto planejamento e execução das atividades de manutenção reduzem, ao mínimo, as paradas de produção e possibilita um prolongamento da vida útil do equipamento devido ao maior zelo pela sua conservação. O resultado disto está na satisfação de todos os clientes diretos e indiretos deste processo, conforme mostrado na FIGURA 2, a seguir: (WYREBSKI, 1997).



FIGURA 2 – INTERFACES DO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO (FONTE: WYREBSKI, 1997).

Segundo Wyrebski (1997), pode-se concluir que, uma boa manutenção reduz perdas de produção porque visa assegurar a continuidade da produção, sem paradas, atrasos, perdas e assim entregar o produto em tempo hábil.

### 2.1.2 Custos da Manutenção

Partindo das explicações apresentadas anteriormente, pode-se concluir que a manutenção tem uma contribuição indireta na adição de valores ao produto final. Em geral, as empresas levam em conta somente o que corresponde aos custos visíveis de manutenção, tais como, mão-de-obra, ferramentas e material utilizado no reparo dos equipamentos. Porém, os custos de manutenção agregam ainda os custos da indisponibilidade e deterioração do equipamento, devido à ausência de manutenção. (WYREBSKI, 1997; MARCORIN; LIMA, 2003).

Para empresas que vem buscando a redução de custos de fabricação, através da manutenção, a adoção de políticas adequadas de manutenção é totalmente relevante nesta otimização de custos. A FIGURA 3, a seguir, apresenta a redução de custos decorrente dos investimentos em políticas adequadas de manutenção. (MARCORIN; LIMA, 2003).

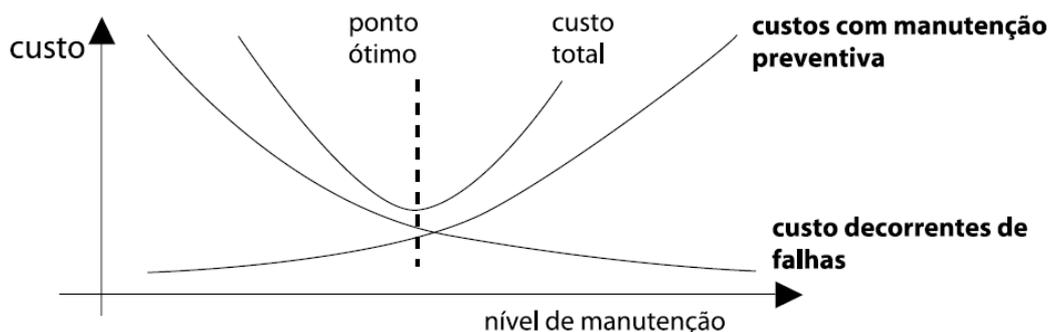


FIGURA 3 – GRÁFICO DE CUSTOS VERSUS NÍVEL DE MANUTENÇÃO (FONTE: MIRSHAWA; OLMEDO, 1993 *apud* MARCORIN; LIMA, 2003)

Apesar da necessidade de investimento em manutenção, pode-se perceber que, passado o ponto ótimo do investimento em manutenção, o aumento dos investimentos trará poucos benefícios em relação ao custo total, tornando-se apenas um acréscimo de custos. Essa questão foi estudada por Murty e Naikan (1995, citado por MARCORIN; LIMA, 2003) que apresentaram um modelo matemático para o cálculo da disponibilidade do equipamento, conforme mostrado na FIGURA 4. (MARCORIN; LIMA, 2003).

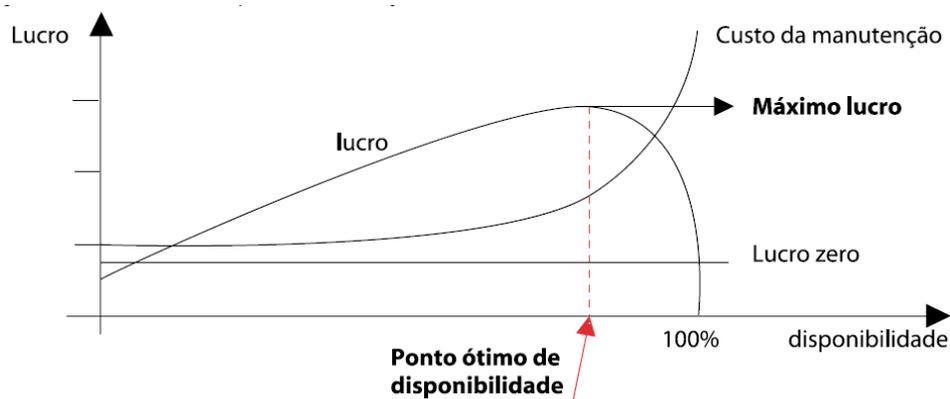


FIGURA 4 – GRÁFICO DE LUCRO VERSUS DISPONIBILIDADE (FONTE: MURTY; NAIKAN, 1995 *apud* MARCORIN; LIMA, 2003)

O gráfico da FIGURA 4 mostra a relação da disponibilidade com o lucro. Pode-se perceber que a busca pela redução das falhas requer gastos cada vez maiores com manutenção. O grande desafio da gestão da manutenção está em encontrar o ponto ótimo, ou seja, o ponto em que o investimento em manutenção gera uma disponibilidade capaz de gerar o máximo lucro à operação. (MARCORIN; LIMA, 2003)

A busca por este ponto ótimo deve considerar alguns fatores para que se consiga chegar a esse lucro máximo. Segundo Marcorin e Lima (2003), a importância do equipamento para o processo, o custo do equipamento e de sua

reposição, as consequências da falha do equipamento no processo, o ritmo de produção e outros fatores, indicam que a política de manutenção não pode ser a mesma para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciada para cada um deles, na busca do ponto ótimo entre disponibilidade e custo. (MARCORIN; LIMA, 2003)

### **2.1.3 Indicadores de Manutenção e Produção**

Nessa busca pelo ponto ótimo entre investimentos em manutenção e disponibilidade do equipamento, torna-se necessária a análise de resultados referentes ao equipamento e à manutenção realizada nele. Para isto, existem os chamados indicadores.

Segundo Reis et al (2008), os indicadores de manutenção apresentam-se como os apontadores da eficiência, do cumprimento de metas e da boa prática da manutenção, considerando as atividades de manutenção como parte contribuinte e alinhada com as metas e expectativas do processo produtivo. Eles são os balizadores e sinalizadores para as tomadas de decisão dentro do processo produtivo.

Ainda segundo Reis et al (2008), para o caso de manutenção temos alguns indicadores, tais como:

#### **2.1.3.1 Tempo Médio entre Falhas (MTBF)**

Relação entre o produto do número de itens (NOIT) por seus tempos de operação (HROP) e o número total de falhas detectadas nesses itens no período observado (NTMC).

Segundo Viana (2002, *apud* Cagliume; Pilatti e Kovaleski, 2007) o conceito do MTBF pode ser descrito da seguinte maneira: “É definido como a divisão da soma das horas trabalhadas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período”.

$$MTBF = \frac{NOIT \times HROP}{NTMC}$$

### 2.1.3.2 Tempo Médio para Reparo (MTTR)

Relação entre o tempo total de intervenção corretiva em um conjunto de itens com falha (HTMC) e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado (NTMC).

Segundo Viana (2002, *apud* Cagliume; Pilatti e Kovaleski, 2007), o conceito do MTTR pode ser descrito da seguinte maneira: “É dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção pelo número de intervenções corretivas no período”.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{HTMC}}{\text{NTMC}}$$

A FIGURA 5, mostrada a seguir, representa melhor a forma como são medidos os indicadores MTBF e MTTR.

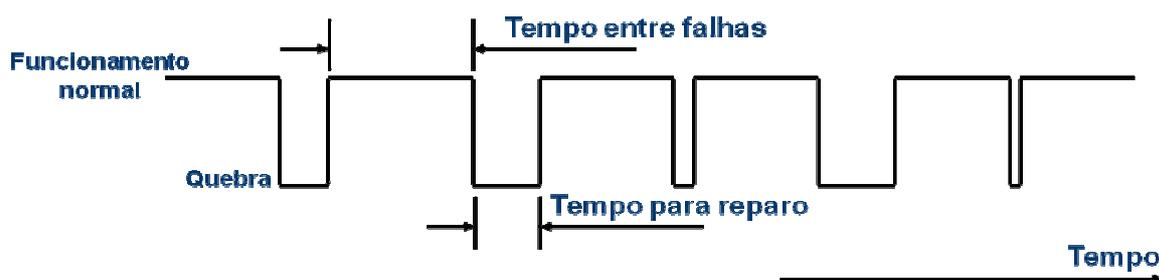


FIGURA 5 – ILUSTRAÇÃO DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO MTBF E MTTR (FONTE: KONEIN, 2010).

Com relação ao bom funcionamento de um equipamento, podemos ainda citar o indicador chamado Eficiência Global do Equipamento (OEE).

### 2.1.3.3 Eficiência Global do Equipamento (OEE)

É o produto das taxas de disponibilidade, performance e qualidade.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

Na FIGURA 6, apresentada a seguir, estão explicados, detalhadamente, cada um dos índices utilizados no cálculo do OEE.

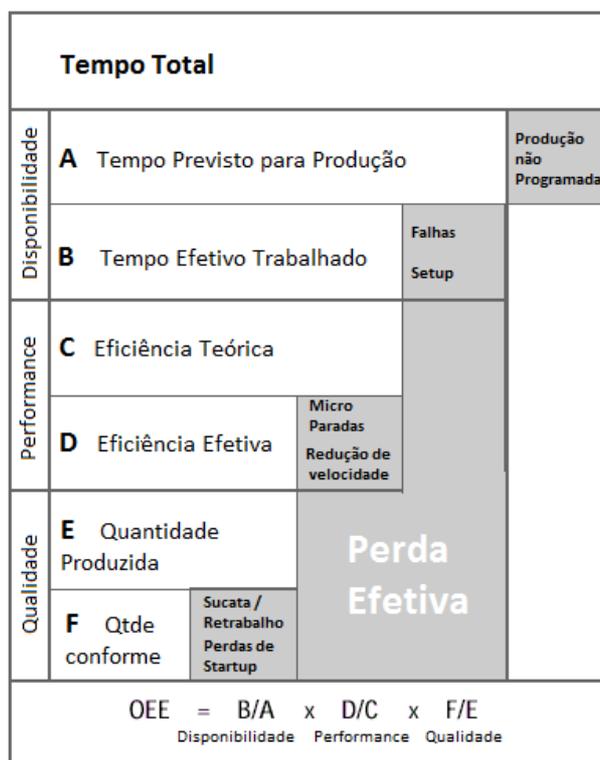


FIGURA 6 – CÁLCULO DA EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (FONTE: INTRODUCTION TO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, 2006)

Como mostrado na FIGURA 6, a linha F, de quantidade de itens conformes, é somente uma fração de o que pode ocorrer quando temos perdas de disponibilidade, performance e qualidade. Segundo a figura, para maximizar a eficiência do equipamento, para aumentar a quantidade de peças boas produzidas na linha F, é necessária a redução não somente das perdas de qualidade; também são necessárias as reduções de perdas de disponibilidade e performance. Os três fatores trabalhando juntos, em porcentagens elevadas, são resultado de um processo produtivo estável (INTRODUCTION TO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, 2006).

Apesar da importância dos indicadores, simplesmente para visualização dos dados de manutenção e produção, torna-se necessário o alinhamento dos dados levantados com as necessidades estratégicas da empresa. Segundo Sperancetta (2005), a medição do desempenho precisa estar alinhada com a estratégia organizacional. Ou seja, não adianta realizar um levantamento extenso de dados, englobando todas as atividades da empresa. O desempenho deve ser medido com foco em medições que sejam relacionadas com a visão, missão e estratégia da empresa. Podem-se citar algumas finalidades da utilização dos indicadores nas

empresas, tais como: identificar alinhamento com as necessidades dos clientes, melhorar o entendimento do processo, identificar pontos fracos e necessidades de melhorias e assegurar decisões baseadas em fatos; não em suposições. (SPERANCETTA, 2005)

#### **2.1.4 Histórico da Manutenção**

A partir do aparecimento das primeiras máquinas à vapor, deu-se início à necessidade de manutenção de máquinas e equipamentos. Esta, porém, acabava sendo realizada pelo operador do equipamento, visando o bom funcionamento da máquina. Desta forma, começou-se a evolução da manutenção (WYREBSKI, 1997).

Com a revolução industrial, a demanda por bens de consumo aumentou consideravelmente e acabou trazendo uma grande quantidade de equipamentos para automação de processos, até então, artesanais. A partir de então, a manutenção passou a ser de extrema importância nesta harmonia entre o trabalho de homens e máquinas. (HEIDEMANN, 2007 apud ALVES, 2009).

Com o início da produção seriada, a necessidade de reparos e de redução de falhas nos equipamentos fez da manutenção uma prioridade nas indústrias. A partir de então, foi criada a chamada Manutenção Corretiva, ainda sob um ponto de vista de manutenção para conserto. (LOCH, 2007 apud ALVES, 2009).

Após a segunda guerra mundial, a indústria japonesa, começou a se adequar para chegar a um nível de excelência em todos os seus processos, de forma a reduzir custos de produção e desperdícios; podendo assim melhor concorrer no mercado mundial. Com a manutenção não foi diferente. A partir de conceitos de manutenção preventiva, já utilizados na indústria norte-americana, a Nippondenso tornou-se a pioneira na implementação da manutenção preventiva; trazendo um plano de intervenções periódicas nos equipamentos, feitas por uma equipe dedicada à manutenção, de forma a se antecipar ou evitar falhas nos mesmos (VENKATESH, 2009; ALVES, 2009).

Com o aumento do nível de automação, o setor de manutenção da Nippondenso começou a se tornar um problema para a administração da empresa pois, cada vez mais manutentores eram necessários para atender todo o plano de manutenção preventiva. Repassando as pequenas manutenções de rotina aos operadores do equipamento, criou-se a *Manutenção Autônoma* e reduziu-se a

equipe de manutenção; que passou a atuar somente em trabalhos muito específicos de manutenção. A possibilidade de os operadores atuarem na manutenção dos equipamentos trouxe também, um maior conhecimento e uma melhor visão de possibilidades de melhorias no equipamento. Esta união de manutenção preventiva, prevenção à manutenção e melhorias do equipamento acabou sendo o berço da chamada Manutenção Produtiva Total (TPM, em inglês). (VENKATESH, 2009).

### **2.1.5 Tipos de Manutenção**

Os tipos de manutenção podem ser analisados de acordo com a forma como é realizada a intervenção no equipamento, sistema ou instalação. Suas características especiais possibilitam delimitar as mesmas da seguinte maneira (PINTO E XAVIER, 2001 apud ALVES, 2009):

- Manutenção corretiva não planejada;
- Manutenção corretiva planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;

#### **2.1.5.1 Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva é, geralmente, caracterizada como aquela manutenção responsável por recuperar falhas e/ ou desempenho menor do que o esperado. (WYREBSKI, 1997; CAGLIUME; PILATTI; KOVALESKI, 2007)

Segundo Pinto e Xavier (2001, citado por ALVES, 2009), a Manutenção Corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor que o esperado”. Ou seja, a manutenção corretiva será aquela realizada quando houver algum problema que impossibilite utilização normal do equipamento de forma parcial ou total. Sendo assim, será sempre uma manutenção tardia. A falha ou perda de desempenho ocorrerá e, só então, acontecerá a intervenção da equipe de manutenção.

A manutenção corretiva não é necessariamente, a manutenção de emergência. Convém observar que existem duas condições específicas que levam à manutenção corretiva: (ALAN KARDEC, 1999 apud RIBEIRO, 2003)

- Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais;
- Ocorrência da falha.

Desta forma, a manutenção corretiva pode ser dividida em dois tipos:

- Manutenção corretiva não planejada: trata da correção de falhas ou perdas de desempenho já ocorridas, de forma aleatória e inesperada. Este tipo de manutenção não é a mais indicada, pois implica em altos custos à empresa; uma vez que a parada ou falha deste equipamento trará uma perda de qualidade do item ali produzido ou ainda uma parada de produção de um processo posterior a este. Além disso, um problema que poderia ser pequeno, se detectado de forma preventiva, pode acarretar em outros problemas no equipamento devido ao funcionamento inadequado. Assim, o custo aumentará consideravelmente e não haverá tempo para planejamento da intervenção de manutenção de melhor qualidade. (ALVES, 2009; RIBEIRO, 2003)

- Manutenção corretiva planejada: Também trata de uma correção de falha ou perda de desempenho já ocorrida, porém, este problema, já detectado anteriormente, não sofreu intervenção por decisão gerencial. Apesar de ser uma manutenção corretiva e de ter ocorrido a falha ou quebra do equipamento, o tempo decorrido entre a detecção e a efetivação do problema, possibilita um melhor planejamento de como ocorrerá a intervenção de manutenção, proporcionando uma maior agilidade e qualidade.

Segundo Alan Kardec (1999, citado por RIBEIRO, 2003) A adoção de uma política de manutenção corretiva planejada pode advir de vários fatores:

- Possibilidade de compartilhar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- Aspectos relacionados com a segurança – a falha não provoca qualquer situação de risco para o pessoal ou para a instalação;
- Melhor planejamento de serviços;
- Garantia de existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, ser buscados externamente à organização.

Segundo Marcorin e Lima (2003), a manutenção corretiva é a melhor opção quando os custos da indisponibilidade são menores do que os custos necessários para evitar a falha, condição tipicamente encontrada em equipamentos sem influência no processo produtivo.

#### **2.1.5.2 Manutenção Preventiva**

Um equipamento, ou qualquer outro dispositivo, não escolhe um momento certo para a falha. Logo, nada mais viável do que realizar um acompanhamento periódico de forma a detectar problemas antes de sua ocorrência. É neste contexto que a manutenção preventiva atual (ALVES, 2009).

Segundo (Pinto, 1998 apud CAGLIUME; PILATTI; KOVALESKI, 2007) a manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano de manutenção previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Ou seja, a manutenção preventiva nada mais é do que a manutenção diária (limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto) necessária para manter uma boa condição de operação e prever deterioração do equipamento. Este trabalho é feito através de um diagnóstico periódico das condições do equipamento, de forma a mensurar a deterioração do mesmo. (VENKATESH, 2009)

Além disso, a manutenção preventiva também está baseada em intervenções periódicas geralmente programadas segundo a frequência definida pelos fabricantes dos equipamentos. O grande problema de realizar esta intervenção, conforme cronograma pré-estabelecido pelo fabricante, é o desperdício; uma vez que não é feita uma análise para levar em conta a condição real da peça e/ou equipamento. Estes itens deverão ser sempre itens de desgaste do equipamento. Uma vez que o equipamento não é analisado constantemente, a imprevisibilidade destes desgastes acaba por elevar os níveis de estoque de peças de reposição. (MARCORIN; LIMA, 2003)

Ribeiro (2003) resume a explicação acima, da seguinte maneira: “Se por um lado a manutenção preventiva proporciona um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, por outro lado promove a retirada do equipamento ou sistema de operação

para execução dos serviços programados, apesar de estar operando relativamente bem”.

### **2.1.5.3 Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva atua de forma a prever, através de inspeções ou diagnósticos, a vida útil de peças importantes de um processo e/ou equipamento; podendo assim prever, também, o limite de utilização desta peça. Ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade, à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo. (VENKATESH, 2009; RIBEIRO, 2003)

Segundo Ribeiro (2003), a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção, e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

Devido à exigência de mão-de-obra qualificada para trabalhar com aparelhos e instrumentos de medição, a manutenção preditiva passa uma imagem de um processo de alto custo. Este custo, porém, é recompensado pelos seus resultados. A relação custo-benefício acaba situando-se mais próxima do ponto ótimo, visto que, em equipamentos cuja parada traz grandes prejuízos ao processo o custo do estoque de equipamento/peça também é elevado. (MARCORIN; LIMA, 2003)

Sob outro ponto de vista, Ribeiro (2003) analisa a manutenção preditiva da seguinte maneira: “podemos dizer que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos, e, quando a intervenção é decidida, o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planejada”.

Para a realização da detecção do desempenho do equipamento, as técnicas preditivas podem ser classificadas pela grandeza medida, defeito, aplicabilidade, dentre outras. A seguir, estão listadas as técnicas mais aplicadas (CAGLIUME; PILATTI; KOVALESKI, 2007):

- Ensaio Elétricos (Corrente, Tensão e Isolação);
- Análise de Vibrações (Nível global, Espectro de vibrações e Pulsos de choque);
- Análise de Óleos (Viscosidade, Teor de água e Contagem de partículas);

- Análise de Temperatura (Termometria convencional e Indicadores de temperatura);
- Energia Acústica (Ultra-som e Emissão Acústica).

#### **2.1.5.4 Manutenção Detectiva**

Baseada na garantia da confiabilidade do equipamento ou sistema, a manutenção detectiva tem, como forma de atuação, a análise e detecção de falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”. (RIBEIRO, 2003; CAGLIUME; PILATTI; KOVALESKI, 2007)

## **2.2 Manutenção Produtiva Total – TPM**

### **2.2.1 História do TPM**

TPM é um conceito japonês inovador e teve sua origem em 1951, quando a manutenção preventiva foi introduzida no Japão. Porém, o conceito de manutenção preventiva foi trazido dos Estados Unidos. Pioneiros na adoção da manutenção preventiva (MP), os norte-americanos evoluíram logo depois para a Manutenção do Sistema de Produção (MSP), incorporada à Prevenção de Manutenção (PM), além dos tópicos oriundos da engenharia de confiabilidade. A Nippon Denso, porém, foi a primeira companhia a introduzir o conceito de manutenção preventiva em toda a planta, em 1960. Na TABELA 1, a seguir, são apresentadas as diferenças entre o TPM e a PM norte-americana. (VENKATESH, 2009; WYREBSKI, 1997).

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS E DIFERENÇAS ENTRE OS MODELOS TPM E PM AMERICANO

Nº	Estilo	Aspectos
1	Característica do TPM	O TPM é designado para perseguir a melhoria global da eficiência dos sistemas de produção para atingir o maior grau possível. A eficiência da produção é maximizada pela melhoria dos métodos de manufatura, usinagem e preservação do equipamento.
	PM estilo Americano	Centrada nos especialistas em equipamentos. Consequentemente, mesmo o PM estilo americano buscar maximizar a eficiência dos equipamentos pela melhoria na manufatura e manutenção dos equipamentos, não atenta para a melhoria global da eficiência da produção considerando métodos eficientes de utilização do equipamento.
2	Característica do TPM	A característica do TPM é "Jishu-Hozen pelo operador" (os operadores devem preservar e manter seus próprios equipamentos). - manutenção rotineira (limpeza, lubrificação, apertos, inspeções, etc.) esta sob a responsabilidade dos operadores, enquanto que inspeções no equipamento (diagnósticos), reparos são cuidados pelo staff de especialistas de manutenção.
	PM estilo Americano	No PM estilo americano, os operadores estão dedicados para produção (operação), enquanto que todo trabalho da manutenção, incluindo rotinas de manutenção, inspeção, e reparos é de responsabilidade do staff da manutenção.
3	Característica do TPM	TPM descreve atividades de pequenos grupos nos quais todos membros participam. Isto significa pequenos grupos unificados com a organização formal, para ter a participação por todos membros, abrangendo desde a alta direção, níveis intermediários, e o staff da linha de frente. Isto é chamado "atividades de pequenos grupos sobrepostos"
	PM estilo Americano	No PM estilo americano, não existe a implementação de atividades de pequenos grupos com a participação de todos os membros.

FONTE: SHIROSE, 2000 apud CHIARADIA, 2004.

De acordo com Nakajima (apud WYREBSKI, 1997), a evolução do sistema de Manutenção, no Japão, se processou em 4 fases distintas:

- Estágio 1 - Manutenção Corretiva
- Estágio 2 - Manutenção Preventiva
- Estágio 3 - Manutenção do Sistema de Produção
- Estágio 4 - TPM

Partindo do conceito da manutenção corretiva, a Nippon Denso, no Japão, evoluiu sua manutenção para um conceito de manutenção preventiva. Nesta, os operadores produzem peças, usando os equipamentos e um grupo de manutenção fica dedicado à realização da manutenção deste equipamento. Contudo, devido ao nível de automação da Nippon Denso, a manutenção começou a tornar-se um problema, a partir do momento que cada vez mais mantenedores eram necessários. Então, decidiu-se que as rotinas de manutenção do equipamento poderia ser realizada pelos operadores, deixando assim, o grupo de manutenção focado somente nos trabalho essenciais de manutenção (VENKATESH, 2009; WYREBSKI, 1997).

Desta forma, a Nippon Denso deu sequência ao planejamento de manutenção preventiva, adicionando também, a Manutenção Autônoma através dos operadores

de produção. A equipe de manutenção começou a ir ao equipamento apenas para promover melhorias e/ou aumento de confiabilidade do equipamento, levando assim, à uma prevenção da manutenção. Essa manutenção preventiva juntamente com a prevenção da manutenção e melhorias de manutenibilidade formou-se a Manutenção Produtiva. A visão da manutenção produtiva está na maximização da eficiência da planta e dos equipamentos visando a busca por uma maior vida útil dos mesmos. Com a ajuda dos empregados, na implantação deste plano de manutenção, a Nippon Denso, do grupo Toyota, se tornou a primeira empresa a obter a certificação TPM (VENKATESH, 2009).

### **2.2.2 Conceito do TPM**

Segundo Alves (2009), o TPM é uma filosofia de trabalho que promove a interação entre pessoas, processos e equipamentos através de uma boa prática de manutenção. Ou seja, o TPM é uma metodologia dos diversos tipos de manutenção, para garantir a melhor utilização e produtividade dos equipamentos. Uma estratégia simples e prática do envolvimento dos operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção diária, tais como inspeção, limpeza e lubrificação, com o objetivo de evitar a deterioração dos equipamentos.

A Manutenção Produtiva Total, ou TPM, está baseada em alguns pilares, entre os quais estão melhorias específicas, manutenção autônoma, manutenção planejada, manutenção da qualidade e treinamento operacional. Os pilares do TPM salientam a redução dos custos de manutenção na aplicação do TPM, na medida em que permite reduzir perdas e coloca o equipamento em condições ótimas de operação, em um processo de alta disponibilidade. Isto ocorre porque o TPM estabelece um esquema de limpeza e manutenção preventiva para prolongar a vida útil do equipamento. Procura, também, envolver todos os funcionários, desde a alta administração até membros das equipes individuais que participam do sistema (MARCORIN; LIMA, 2003; WYREBSKI, 1997).

Vislumbrando uma melhoria total do processo produtivo, o TPM realiza, mediante melhoria da qualidade do pessoal, a melhoria da qualidade do equipamento. Na melhoria da qualidade do equipamento incluem-se os dois pontos seguintes: (WYREBSKI, 1997)

- Atingir a eficiência global mediante melhoria da qualidade dos equipamentos utilizados;
- Elaborar o projeto **LCC** (Life Cycle Cost) de novos equipamentos e entrada imediata em produção.

Deficiências de "input" (homem, máquina, materiais e métodos) são consideradas perdas, e o objetivo do TPM é a eliminação de todas as perdas. Para atingir esse nível global de eficiência, o TPM deixa de lado o método utilizado tradicionalmente na identificação das perdas; de analisar estatisticamente os resultados dos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então investigar as causas. O método adotado pela TPM examina a produção de "inputs" como causa direta. As seis grandes perdas são: (WYREBSKI, 1997; KATILA, 2000)

- perda por parada devido à quebra/falha;
- perda por mudança de linha e regulagens;
- perda por operação em vazio e micro paradas;
- perda por queda de velocidade;
- perda por defeitos gerados no processo de produção;
- perda no início da operação e por queda de rendimento.

Para eliminar essas perdas, o TPM está sustentado em 8 pilares. Segundo Wyrebski (1997), o TPM era baseado, em sua configuração inicial, em 5 (cinco) pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia. Posteriormente foram incluídos mais 3 (três) atividades ou pilares. São elas: manutenção com vistas à melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança, higiene e meio ambiente. (WYREBSKI, 1997)

A FIGURA 7, a seguir, ilustra, esquematicamente, os oito pilares de sustentação da metodologia TPM.

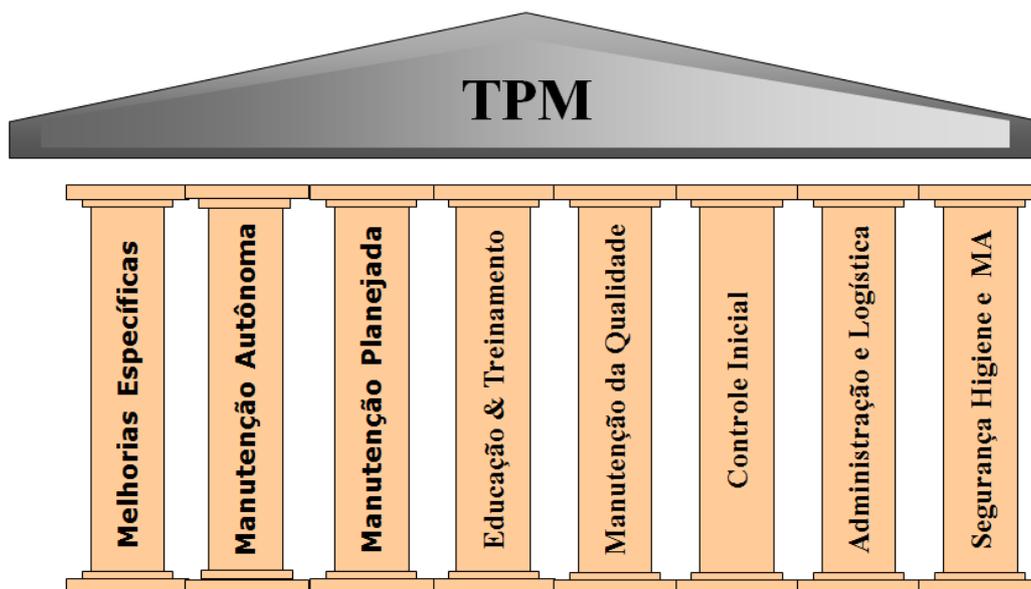


FIGURA 7 – OS PILARES DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (FONTE: KONEIN, 2010)

## 2.3 Os Pilares do TPM

### 2.3.1 Pilar Melhorias Específicas

Segundo Ribeiro (2003), o Pilar Melhorias Específicas trata da atividade de buscar a eficiência máxima dos equipamentos pela utilização plena de suas respectivas funções e capacidades. Essa eficiência é consequência da eliminação criteriosa das perdas.

No pilar Melhorias Específicas a empresa busca determinar os indicadores de desempenho mais corretos para seu processo. Estes indicadores ajudarão no gerenciamento da produção, fornecendo dados mais precisos da evolução da implantação do TPM. (FURLAN; LEÃO, 2010)

Segundo Furlan e Leão (2010), o foco principal deste pilar, na fase inicial de implementação do TPM, é a elevação da Eficiência Global dos Equipamentos (OEE), através da redução das sete perdas dos equipamentos. Com a evolução do TPM, o foco passa a ser a melhoria da Eficiência Global da Produção (OPE), através do tratamento das demais perdas.

Este pilar, além do controle geral das perdas é o responsável pelo gerenciamento das modificações que ocorrem pelas propostas de melhorias específicas feitas pelos operadores, manutentores e equipes de Kaizen. Estas melhorias, porém, não ficam restritas somente aos equipamentos. O desdobramento

das perdas do equipamento possibilita também, a atuação na redução de outras perdas, como consumo de energia, redução de defeitos, redução de custo, etc. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

### **2.3.2 Pilar Manutenção Autônoma**

Segundo Oliveira, Martins e Xavier (2009), o Pilar de Manutenção Autônoma tem sido uma ferramenta essencial para acelerar os resultados na área produtiva e se fundamenta em desenvolver, nos operadores, o sentimento de responsabilidade e cuidado pelos equipamentos bem como, a habilidade de inspecionar e identificar os focos de falha e defeitos, além de realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens.

De forma mais completa ainda, Conceição Junior (2010), descreve o pilar de Manutenção Autônoma como uma das ferramentas para o alcance dos objetivos do TPM, focando o operador do chão de fábrica, através do desenvolvimento de habilidades que os permitam atuarem de forma efetiva para melhoria do desempenho dos sistemas produtivos, compartilhando as tarefas críticas de manutenção com o pessoal especializado, de forma que a identificação de problemas possa ser antecipada e que os mesmos tenham autonomia para atuar na redução de quaisquer indícios de redução de desempenho no dia a dia da operação. (CONCEIÇÃO JUNIOR, 2010)

Segundo Ribeiro (2003), neste pilar, o objetivo é auto capacitar a operação quanto à limpeza, inspeção e pequenos reparos (lubrificação e reapertos) no equipamento. Sua implantação dá-se em sete etapas sucessivas, passo-passo, proporcionando um aumento gradativo da capacitação dos operadores, habilitando-os a realizar pequenas tarefas de manutenção, a conhecer profundamente seus equipamentos e processos com o autocontrole do setor.

A implantação da Manutenção Autônoma não é somente criar um “check list” fazer a inclusão dos operadores no desempenho de algumas funções de manutenção. Este deve ser um processo planejado e estruturado juntamente com o desenvolvimento das demais atividades de Manutenção Planejada, para que a empresa possa ter um retorno efetivo e usufruir dos seus benefícios. (FURLAN; LEÃO, 2010)

Segundo Furlan e Leão (2010), a Manutenção Autônoma é implementada em sete passos e a metodologia de implementação depende das características do processo produtivo da empresa e do nível de automação, havendo uma forma específica de desenvolvimento para cada caso.

Conceição Junior (2010) cita estas sete etapas da seguinte maneira:

- Preparação da Limpeza (desmontagem do maquinário e separação das peças);
- Limpeza detalhada e controle visual (inspeção);
- Etiquetar fontes de avarias;
- Verificar Manuais e estabelecer padrão de funcionamento e estado adequado do equipamento;
- Consertar, sanar as fontes de avarias;
- Inspecionar o equipamento diariamente e anotar as ocorrências;
- Melhorar as práticas de funcionamento e produção do maquinário.

### **2.3.3 Pilar de Manutenção Planejada**

Mesmo hoje em dia, muitas empresas ainda utilizam somente a Manutenção Corretiva como base de seu processo de manutenção. Nestas empresas, o bom manutentor acaba sendo aquele que consegue realizar os reparos de forma mais rápida para possibilitar a retomada da produção. Para possibilitar essa rápida retomada, esse tipo de manutenção acaba, muitas vezes, se utilizando de técnicas inadequadas. (FURLAN; LEÃO, 2010)

Com a manutenção planejada, desenvolve-se a equipe de manutenção para que, esta, possa estabelecer, juntamente com os operadores do equipamento, um sistema mais efetivo de manutenção de forma a eliminar as perdas relativas às quebras e falhas, retrabalhos de manutenção, falhas de operação, produtos defeituosos e pequenas paradas. (RIBEIRO, 2003)

Segundo Furlan e Leão (2010), a manutenção Planejada busca o atingimento das diretrizes da manutenção, através da utilização das melhores práticas de manutenção, visando a manutenção do desempenho das funções desempenhadas pelo equipamento, dentro dos padrões esperados pela empresa, no processo onde está inserido. É implementada em sete passos, simultaneamente à manutenção autônoma.

### 2.3.4 Pilar de Educação e Treinamento

Em qualquer processo de melhoria, as empresas precisam que seus recursos humanos estejam devidamente treinados e capacitados para ajudar nesta implantação. Visto que o TPM impõe uma mudança cultural forte, torna-se necessário capacitar as pessoas para atuar desta forma diferente. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

As atividades de Educação & Treinamento dentro do TPM têm como característica tornar as pessoas aptas para o pleno desempenho de suas atividades e responsabilidades dentro um clima transparente e motivador e devem ser conduzidas e revisadas diariamente, sendo uma rotina, e objetivando prevenir a ocorrência dos problemas gerados pela falta de capacitação. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

Segundo Ribeiro (2003) Para melhorar o desempenho das pessoas é necessário estimular o desenvolvimento de três aspectos: conhecimento, habilidade e atitude, como mostra a FIGURA 8.

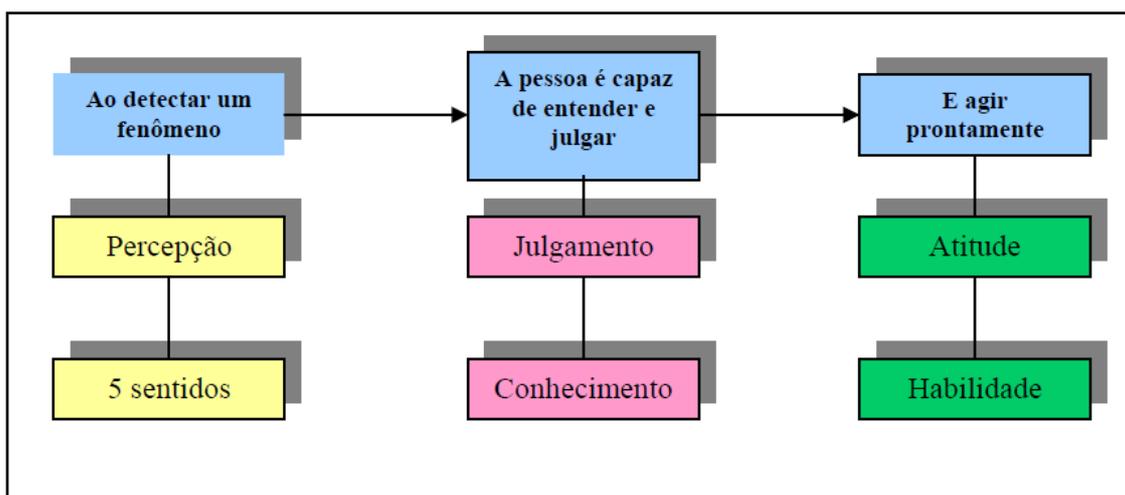


FIGURA 8 – EDUCAÇÃO E TREINAMENTO (FONTE: RIBEIRO, 2003)

### 2.3.5 Pilar Manutenção da Qualidade

Este pilar visa eliminar completamente as condições geradoras de defeitos. Isto porque, um dos principais valores requeridos pelos clientes é a qualidade; seja em um produto ou serviço. Este pilar irá ajudar na mudança dos conceitos de controle da qualidade sendo que o foco fica voltado para a qualidade através do processo. (FURLAN; LEÃO, 2010)

Segundo Furlan e Leão (2003), a obtenção de “zero defeitos” depende do entendimento da relação entre as características de qualidade e a precisão dos equipamentos e condições de processamento. Ou seja, existem problemas de qualidade gerados tanto por falhas no projeto de produto devido às restrições de processo quanto por falhas de processo, propriamente ditas, geralmente devido a condições instáveis de processamento que ocorrem na fase de manufatura.

Este pilar possui relacionamento direto com os demais, pois influencia e sofre influência da Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, do planejamento e condução do processo de capacitação e da definição de temas de melhoria. Isto porque, a correta especificação do produto, levando em conta as capacidades do processo e com definição clara e objetiva da qualidade final requerida para o produto é o caminho inicial da manutenção da qualidade. (FURLAN; LEÃO, 2010)

### **2.3.6 Pilar Controle Inicial**

Segundo Ribeiro (2003) o pilar Controle Inicial visa identificar todas as melhorias implantadas nos equipamentos / produtos existentes, visando a aquisição de novos equipamentos e/ou projetos com o máximo de eficiência.

Para acompanhar e se manter no mercado, cada vez mais globalizado e competitivo, não basta apenas ter qualidade e custo. Trazer produtos inovadores possibilita uma resposta rápida às novas necessidades dos clientes. Para isto, a necessidade de adequação dos processos e dos equipamentos tornou-se cada vez mais necessária. (FURLAN; LEÃO, 2010)

Furlan e Leão (2010) ainda explicam: “O Pilar Controle Inicial eleva o poder de resposta ao mercado, agilizando a concepção de novos produtos. Empresas que produzem bens de consumo, cujo ciclo de vida é curto são fortemente beneficiadas pelo desenvolvimento do Pilar Controle Inicial”.

### **2.3.7 Pilar Administração e Logística (Office TPM)**

A implantação do TPM não deve ocorrer somente nas áreas produtivas. As áreas administrativas processam grande quantidade de informações e, estas, são algumas vezes as causas de falhas. Ou seja, o foco acaba tornando-se a otimização

e melhoria da eficiência dos processos administrativos. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

Este pilar traz a redução do lead time da informação. Seu desenvolvimento ocorre da mesma forma utilizada no desenvolvimento dos pilares no setor produtivo. O produto, entretanto, é a informação. Um processo enxuto, além de reduzir o custo, dá mais agilidade à empresa no processo de tomada de decisão; seja ela em questões relacionadas à manufatura, vendas ou assistência pós-venda. (FURLAN; LEÃO, 2010)

### **2.3.8 Pilar SHE (Segurança, Higiene e Meio Ambiente)**

Segundo Ribeiro (2003) o objetivo deste pilar é atingir acidente “ZERO”, eliminar e prevenir toda condição que afete a segurança, higiene e o meio ambiente, preservando a máxima qualidade de vida das pessoas e também garantindo a integridade dos ativos industriais.

Junto com implementação de melhorias trazidas pela manutenção autônoma e manutenção planejada, devem ser implementadas melhorias de segurança, higiene e meio ambiente. Além disso, deve-se realizar o acompanhamento das condições de segurança, higiene e meio ambiente, através de indicadores. Desta forma, torna-se possível estabelecer parâmetros para “medição” das condições de trabalho que estão sendo dadas aos colaboradores da empresa. Isto porque, a empresa deve buscar a garantia da integridade da pessoa que está trabalhando dentro do seu parque fabril. (FURLAN; LEÃO, 2010)

## **2.4 Implantação do TPM**

O início da implantação do TPM deve partir da participação e comprometimento de toda a empresa, em todos os seus níveis. A partir daí, torna-se necessária a escolha de um coordenador de TPM e a formação das equipes de TPM, geralmente formadas por pessoas diretamente afetadas pelo problema abordado. Estas, deverão fazer a identificação e levantamento dos problemas (do equipamento, de qualidade da peça, etc) de forma a iniciar um processo de correção, trazendo assim, a melhoria específica do equipamento (ROBERTS, 1997).

A partir daí, as equipes recebem treinamento sobre o equipamento e passam a se responsabilizar por pequenas manutenções diárias e pelas verificações rotineiras de manutenção. Ou seja, a atitude de "eu só opero" não é mais aceitável. Verificações rotineiras de manutenção diária, pequenos ajustes, lubrificação e pequenas melhorias, passam a ser de responsabilidade do operador. Já, revisões extensas, manutenções planejadas e avarias importantes são tratados pelo pessoal de manutenção da planta com o auxílio operador (ROBERTS, 1997).

Segundo Ribeiro (2003), temos 12 etapas a serem galgadas, para uma correta implantação da Manutenção Produtiva Total. Na FIGURA 9, a seguir, estão apresentadas estas 12 etapas; sendo as de número 1 a 5, De importância capital, pois englobam a educação de todas as pessoas da organização, desde a alta direção até os operários, preparando-os para a implantação e desenvolvimento efetivo do TPM.

Fase	Etapa	Elementos básicos
FASE PREPARATÓRIA PARA INTRODUÇÃO DO TPM	1-Declaração de alta direção acerca da decisão de adotar o TPM	Realização de seminários Internos de apresentação e anúncio no jornal interno
	2- Campanha para divulgação treinamento inicial	Média e alta gerência: seminários dirigidos e específicos e demais funcionários: programa expositivo
	3- Secretaria para implementação do TPM	Criação do conselho diretivo e Técnico secretaria
	4-Diretriz básica do TPM	Objetivo e sua demarcação Previsão dos resultados
	5-Plano diretor para implementação do TPM	Delineamento dos planos de cada etapa, desde a introdução até a consagração
INTRODUÇÃO	6-Decolagem do TPM	Convite aos fornecedores, as empresas compradoras.
FASE DE ASSENTAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	7-melhoria individualizada do rendimento de cada máquina	Seleção de equipamentos alvos Estruturação do grupo de trabalho
	8-Estruturação da auto manutenção	Técnica sequencial auditoria e confirmação da aprovação
	9- Estruturação para planejamento da manutenção	Manutenção sistemática Manutenção preliminar Gestão da infra-estrutura, peças de reserva, ferramentas, desenhos técnicos
	10-Treinamento operacional, de manutenção e de habilitação	Treinamento coletivo dos líderes Treinamento dos membros e criação de elos de comunicação
	11- Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase da operação	Projeto MP Gestão do fluxo inicial Custo do ciclo de vida (LCC)
CONSOLIDAÇÃO	12- Realização do TPM e seu aperfeiçoamento	Candidatura ao prêmio PM Busca de objetivos mais ambiciosos

FIGURA 9 – AS 12 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM (FONTE: RIBEIRO, 2003)

Pode-se perceber que os pilares do TPM, apresentados anteriormente, tem forte ligação entre si. Para o sucesso desta implantação do TPM, cada um dos pilares será fundamental, pois trarão novas variáveis e/ou subsídios para que a abrangência seja total no combate aos problemas, falhas ou desperdícios encontrados nos equipamentos de produção.

## 2.5 A Manutenção Autônoma

O desenvolvimento da manutenção autônoma traz mudanças na operação, manutenção e, principalmente, nos cuidados com o equipamento. Acaba-se com o conceito de “eu opero, você conserta”. Ou seja, manutenção e manufatura “respondem” pelo bom funcionamento do equipamento. Para isto, faz-se a implementação de um sistema de controle de perda e suporte às melhorias que serão implantadas nos equipamentos. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

As quebras e defeitos crônicos, ainda ficam à cargo da equipe de manutenção. Porém, na tentativa de evita-las, os operadores são treinados para executarem tarefas simples, como limpeza, reapertos de parafusos, lubrificação e detecção de anomalias. Muitas vezes, estas simples tarefas impedem ou retardam a ocorrência de grandes falhas que podem vir a causar a parada do equipamento. (FURLAN; LEÃO, 2010; RIBEIRO, 2003)

Além da fabricação e inspeção dos produtos, os operadores devem desenvolver quatro capacidades, citadas a seguir, para poder realizar a manutenção dos equipamentos. Como é quase impossível capacitar-se de uma só vez, por isso estas atividades foram divididas em níveis para que possam ser absorvidas uma a uma. (FURLAN; LEÃO, 2010)

A seguir, estão listados estes 4 níveis, conforme definição de Furlan e Leão (2010) :

- **[Nível 1]** Capacidade para restaurar ou melhorar os pontos inconvenientes detectados por si mesmo. Através do contato com o equipamento, o operador descobre através dos seus sentidos (visão, audição, tato, paladar e olfato) as diversas anomalias até então desconhecidas ou até mesmo aquelas consideradas normais que prejudicavam a eficiência do equipamento.
- **[Nível 2]** Capacidade para descobrir o sistema de causa da anormalidade através do conhecimento das funções e estruturas do equipamento. Através

da inspeção de cada elemento do equipamento, o operador passa a conhecer as suas partes vitais, executando limpeza e inspeção de modo a manter sua função e através desta prática, o operador passa a compreender o que é normal e o que é anormal em seu equipamento.

- **[Nível 3]** Capacidade para compreender a relação entre o equipamento e a qualidade, bem como para prever as anormalidades de qualidade, descobrindo o sistema de causas. Através desta capacidade o operador passa a compreender por meio de inspeções diárias, de que maneira a qualidade do produto se deteriora, quando uma determinada parte do equipamento se deteriora até certo nível. Passa também a ter uma visão física do fenômeno, sempre questionando “Por quê? Por quê? Por quê? “..., a respeito do fenômeno do defeito.
- **[Nível 4]** Capacidade para executar consertos no equipamento. Conhecendo as anormalidades como causa e para retornar às condições originais, é necessário que o operador realize intervenções no equipamento e por isso se faz necessários treinamentos para a capacitação técnica do funcionário, tornando-o apto a executar tais atividades (pequenas manutenções) e fazendo com que o mesmo entenda as causas da quebra/falha e passe a compreender a vida útil da peça.

### **2.5.1 Desenvolvimento da manutenção autônoma**

Segundo NAKAZATO (1998 apud FURLAN; LEÃO, 2010), podemos verificar que o desenvolvimento da manutenção autônoma se dá através de sete etapas, onde para se passar para a etapa seguinte, é necessário que a etapa atual esteja cumprida.

Na FIGURA 10, a seguir, está apresentado um exemplo de etapas para desenvolvimento da manutenção autônoma.

EXEMPLO DE ETAPAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA		
ETAPAS	DENOMINAÇÃO	CONTEUDO DA ATIVIDADE
1ª	Limpeza Inicial.	Eliminar o lixo e sujeira que se formam junto aos equipamentos, lubrificação, reapertos de peças, identificação de problemas nos equipamentos e realização dos respectivos reparos.
2ª	Medidas contra fontes geradoras de sujeiras e locais de difícil acesso.	Eliminar fontes de geração de lixo e sujeira, adotar medidas de prevenção contra respingamentos e pontos que normalmente são de difícil acesso para limpeza e lubrificação, reduzindo assim o tempo gasto nesses procedimentos.
3ª	Elaboração de padrões provisórios para limpeza, inspeção e lubrificação.	Elaborar procedimentos operacionais para que a limpeza e lubrificação e os reapertos possam ser efetuados com segurança e no menor tempo possível (é preciso indicar o tempo e o período necessário para tais operações).
4ª	Inspeção geral do equipamento	Deteção e restauração de falhas ínfimas do equipamento através do treinamento de técnicas de inspeção e execução da inspeção geral conforme o manual de inspeção.
5ª	Inspeção autônoma	Elaboração e aplicação de lista de verificação a ser utilizada em inspeções autônomas
6ª	Padronização e organização do sistema de controle contínuo	Padronizar as ações de controle nos diversos locais de trabalho e buscar a sistematização total da manutenção nos mesmos, a saber: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de qualidade;</li> <li>• Normas para o fluxo de materiais nos locais de trabalho;</li> <li>• Padronização do registro de dados</li> <li>• Normas para controle de ferramentas, moldes e gabaritos.</li> </ul>
7ª	Realização do controle autônomo com máximo rigor	Desenvolvimento das diretrizes e metas da empresa e regularização das atividades de aperfeiçoamento. Efetuação de registros precisos das análises MTBF. Melhoria das instalações através da análise desses registros. Manutenção da Qualidade

FIGURA 10 – ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (FONTE: FURLAN; LEÃO, 2010).

### 2.5.2 Etiketagem

Uma das atividades realizadas durante a limpeza inicial, na implantação da manutenção autônoma, é a etiquetagem. Esta atividade visa identificar anomalias de funcionamento do equipamento e é realizada junto com a limpeza, pois esta irá possibilitar uma melhor visão do equipamento. Uma vez identificada a anomalia, é colocada uma etiqueta identificando o defeito, o tipo de defeito (mecânico, elétrico, restauração, pintura, etc.), o local, o operador que identificou a data da etiqueta. Também é importante direcionar esta etiqueta para ser resolvida pelo responsável direto, ou seja, existem duas cores de etiquetas – as vermelhas que são destinados

a manutenção e as azuis que são destinadas para os operadores. As que são destinadas para os operadores são sempre defeitos do tipo falta de parafuso, pintura, identificação de fluxo, limpeza, etc. (FURLAN; LEÃO, 2010)

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 Detalhamento do Problema

O equipamento em análise, mostrado na FIGURA 11, a seguir, trabalha 24 horas por dia (sete dias por semana) e fica posicionado no meio de uma linha de montagem. Sendo assim, qualquer quebra ou falha que ocorra, no mesmo, traz impactos diretos na produção desta linha de montagem.



FIGURA 11 – EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS (FONTE: AGRAMKOW, 2012)

A partir de dados da equipe de produção, ficou evidente uma tendência de crescimento de perdas de produção devido às perdas e/ou falhas no equipamento de carga de gás. Como o equipamento está diretamente ligado à linha de produção, sua disponibilidade para intervenções de manutenção preventiva é bastante baixa. Para possibilitar a manutenção adequada, estudou-se a aquisição de outro equipamento para trabalhar como “backup” quando fosse necessária a manutenção do equipamento principal. Porém, o elevado custo, do mesmo, e as perdas que ocorreriam até a instalação do equipamento “backup” tornaram inviável esta ação.

A partir daí, a possibilidade de contar com a colaboração dos próprios operadores (treinados e comprometidos) na conservação, inspeção e na atuação em intervenções simples de manutenção do equipamento, tornou a utilização da Manutenção Autônoma a ideia mais viável para melhoria, tanto dos indicadores de manutenção, quanto dos indicadores de produtividade da linha de montagem.

### 3.2 Dados coletados

Visualizando os dados coletados, na linha de montagem, percebeu-se uma tendência de crescimento das perdas de produção, motivadas pela falha e/ou quebra do equipamento de carga de gás. Nos dados da TABELA 2 e no gráfico da FIGURA 12, a seguir, estão apresentados os dados referentes aos meses de Novembro e Dezembro de 2010. Em média, os dois últimos meses de 2010 apresentavam, somente devido ao equipamento de carga de gás, cerca de 10 ocorrências de manutenção e perda de 214 produtos.

TABELA 2 – PERDAS DE PRODUÇÃO (PRODUTOS) DEVIDO A PROBLEMAS COM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS

	2010		
	Novembro	Dezembro	Média
Ocorrências	10	9	9,5
Perdas	190	238	214,0

FONTE: O AUTOR, 2010

Além da grande quantidade de perdas, pode-se perceber a tendência, já citada, de aumento das perdas de produção. Ou seja, as intervenções de manutenção estavam se tornando, ou mais frequentes ou mais longas. Nos gráficos da FIGURA 13 e FIGURA 14, estão apresentados os dados de MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio de Reparo).

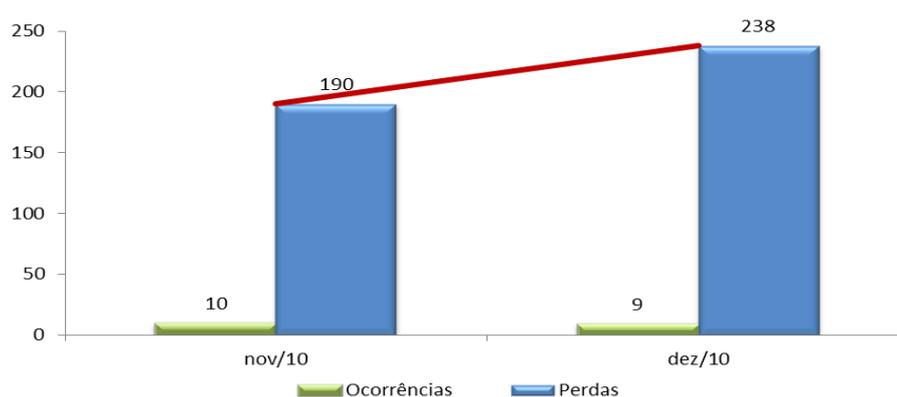


FIGURA 12 – GRÁFICO DE PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA DE MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS (FONTE: O AUTOR, 2010)

Percebe-se na FIGURA 13, que houve uma leve melhora na quantidade de falhas e no tempo médio entre as mesmas. Já no gráfico da FIGURA 14, percebe-se um aumento significativo no Tempo Médio de Reparo. Este aumento pode ser sinal

de que as manutenções corretivas estão cada vez mais complexas ou com local de atuação mais difícil de ser identificado.

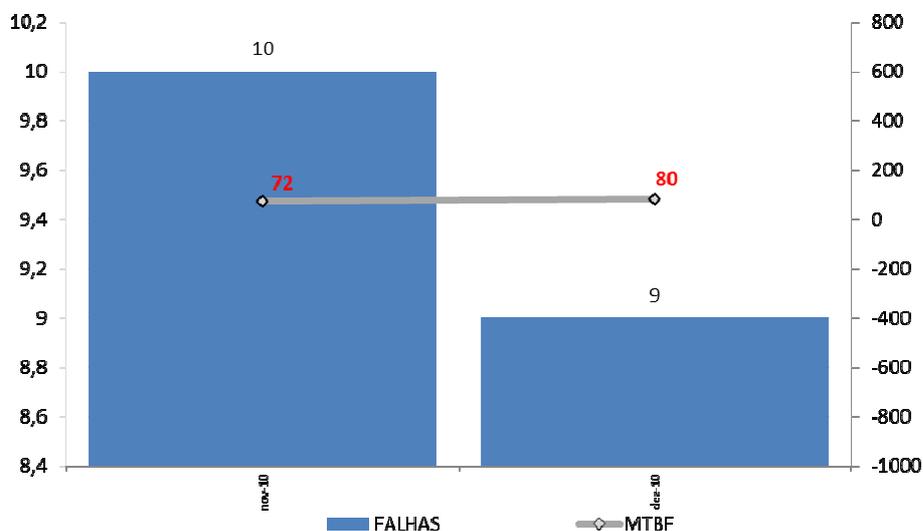


FIGURA 13 – GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS (FONTE: O AUTOR, 2010)

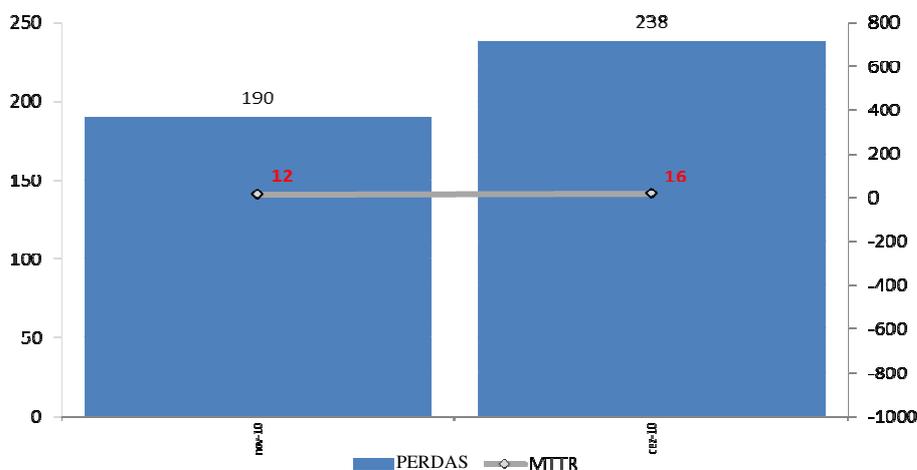


FIGURA 14 – GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO DE REPARO DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS (FONTE: O AUTOR, 2010)

### 3.3 Implantação da Manutenção Autônoma

Com a percepção de que as intervenções de manutenção estavam ficando mais complexas, evidenciou-se que a implantação da Manutenção Autônoma seria realmente a melhor opção. Isto porque, o operador passou a ser responsável, também, pela manutenção das boas condições de funcionamento do equipamento. Além disso, a constante inspeção, realizada pelo operador, com apontamento de

anomalias através das etiquetas, facilita o trabalho da equipe de manutenção no momento do reparo.

Feita a opção pela implantação da Manutenção Autônoma, realizou-se as etapas mostradas no cronograma da TABELA 3.

TABELA 3 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS

ATIVIDADE	RESPONSABILIDADE	PRAZOS		DIAS
		Início	Fim	
IMPLANTAÇÃO MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	EQUIPE DE IMPLANTAÇÃO	06/12/2010	17/01/2011	42
Estudo dos indicadores e maiores motivos de falha do equipamento	Eng. de Processos / Manutenção	06/12/2010	13/12/2010	7
Workshop M.A. e definição de plano de ação	Eng. de Processos / Manutenção / Manufatura	13/12/2010	16/12/2010	3
Montagem da equipe de Manutenção Autônoma	Eng. de Processos / Manutenção / Manufatura	16/12/2010	16/12/2010	0
Limpeza e inspeção geral do equipamento	Eng. de Processos / Manutenção / Manufatura	17/12/2010	20/12/2010	3
Realização de manutenção do equipamento	Manutenção	20/12/2010	04/01/2011	15
Elaboração de Lições de Um Ponto e Check Lists	Eng. de Processos / Manutenção	18/12/2010	04/01/2011	17
Elaboração de treinamento operacional	Manutenção	18/12/2010	04/01/2011	17
Treinamento operacional	Eng. de Processos / Manutenção	04/01/2011	10/01/2011	6
Etiquetagem do equipamento	Eng. de Processos / Manutenção / Manufatura	10/01/2011	12/01/2011	2
Aprovação e Liberação de Lições de Um Ponto e Check Lists para Manufatura	Eng. de Processos / Manutenção	04/01/2011	14/01/2011	10
Acompanhamento das atividades e indicadores do equipamento através de auditorias	Eng. de Processos	17/01/2011	-	

FONTE: O AUTOR, 2010

A partir dos dados levantados pela engenharia de processos e pela equipe de manutenção, decidiu-se formar uma equipe, composta por representantes das duas áreas e pelos operadores do equipamento para implantação da Manutenção Autônoma.

Partindo da necessidade de uma melhor visualização do equipamento, quanto às melhorias, necessidades de manutenção emergencial e identificação dos pontos de inspeção e manutenção, que seriam alvo da manutenção do operador, foi realizada uma atividade de 5S no equipamento e na região onde o mesmo se encontra. A partir desta atividade, tornou-se possível, para a equipe, o início da elaboração do treinamento operacional, das documentações de “check list” e “lições de um ponto”, além da execução de manutenções preventivas identificadas nesta etapa.

Na FIGURA 15, a seguir, temos a foto da equipe de implantação, durante treinamento realizado pela equipe de manutenção.



FIGURA 15 – TREINAMENTO OPERACIONAL, SOBRE O EQUIPAMENTO; MINISTRADO POR REPRESENTANTE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO. (FONTE: O AUTOR, 2010)

Este treinamento abordou o funcionamento do equipamento além de itens básicos de manutenção, como detalhes sobre partes do equipamento e ferramentas a serem utilizadas em cada situação de manutenção a ser realizada pelos operadores. Além disso, foram apresentados os documentos de “Check List” de inspeção do equipamento e as Lições de Um Ponto, referentes às inspeções e manutenções a serem realizadas; conforme pode ser visto nas FIGURAS 16 e 17.

Eletrolux		M.A - Check List Semanal - CARGA DE GÁS - LINHA 1														EMS		
Item de Atuação / Descrição	Foto / Ilum.	Componente	Tarefa	Norma / Critérios / Observações	Informações / Características	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta		Sábado		
						T70	T71											
		CABEÇOTE 0	INTERCALAR O USO DOS CABEÇOTES ENTRE OS TURNOS.	Em caso de anomalia a abrir chamado no R-6255		CABEÇOTE		CABEÇOTE		CABEÇOTE		CABEÇOTE		CABEÇOTE		CABEÇOTE		CABEÇOTE
		CABEÇOTE 0	EFETUAR A TROCA DO ANEL "ORING".	Em caso de anomalia a abrir chamado no R-6255	LUP 01													
		CABEÇOTE 1	EFETUAR O "TESTE DA GARRAFA" E DE VÁCUO ATRAVÉS DO CONECTOR A VÁZIO. ESTA ATIVIDADE DEVERÁ SER FEITA NO INÍCIO DE CADA TURNO.	Realizar fazendo a tara da balança, fazer a injeção do gás e confirmar o peso entre a balança e a IHM.	LUP 02 LUP 03 LUP 04													
		CABEÇOTE 2	EFETUAR O "TESTE DA GARRAFA" E DE VÁCUO ATRAVÉS DO CONECTOR A VÁZIO. ESTA ATIVIDADE DEVERÁ SER FEITA NO INÍCIO DE CADA TURNO.	Realizar fazendo a tara da balança, fazer a injeção do gás e confirmar o peso entre a balança e a IHM.	LUP 02 LUP 03 LUP 04													
		VÁLVULA MACHO DE ENGATE DO TUBO DO COMPRESSOR	EFETUAR TROCA DOS ANÉIS DE VEDAÇÃO	Realizar manutenção todo sábado alterando entre turnos.	LUP 05													

FIGURA 16 – CHECK LIST SEMANAL DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS (FONTE: O AUTOR, 2010)

Explicou-se também, todo o procedimento de registro de anomalias detectadas, através das etiquetas de anomalia, mostradas na FIGURA 18 e do registro de etiquetas de anomalia, mostrado na FIGURA 19. Estes dois últimos, são a base para manutenções preventivas e corretivas a serem realizadas pelo operador ou pela equipe de manutenção posteriormente.

<b>LIÇÃO DE UM PONTO</b>	<i>Local:</i> LINHAS	<b>CONHECIMENTO</b> <b>BÁSICO</b>	<i>Data:</i> 03/dez/10
	<i>Sistema:</i> MONTAGEM LINHA		<i>Cadastro:</i> 0005
	<i>Subsistema:</i> CARGA DE GÁS		<i>Rev:</i> 001
	<i>Conjunta:</i> AGRAMKOW		<i>Autor:</i> RENATO AMARAL
	<i>Componente:</i> TROCA DE ANEIS DE VEDAÇÃO		
RETIRAR PARAFUSOS FENDA		RETIRAR A CAPA DE PROTEÇÃO	
COM AUXÍLIO DE UMA CHAVE DE FENDA PEQUENA RETIRAR O ANEL A SER SUBSTITUÍDO			
			
	PRENDER VÁLVULA NA MORSA, DESMONTAR O ENGATE COM AUXÍLIO DE UMA CHAVE DE BOCA DE 1" E RETIRAR O COPINHO INTERNO.		RETIRAR O ÊMBOLO ONDE ESTÁ LOCALIZADO O ANEL "O"
			
	RETIRAR O ANEL "O" COM A MÃO E SUBSTITUIR		
			
_____	_____	_____	
Agente PM	Técnico de Manutenção	Tecnico Segurança do Trabalho	

FIGURA 17 – EXEMPLO DE LIÇÃO DE UM PONTO – LUP 05 DO CHECK LIST DO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS. (FONTE: O AUTOR, 2010)

<b>PM</b>	<b>PM</b>
	
<b>ETIQUETA DE ANOMALIAS</b> Nº _____	<b>ETIQUETA DE ANOMALIAS</b> Nº _____
<b>MANUTENÇÃO</b>	<b>OPERAÇÃO</b>
ANOMALIA DETECTADA Equipamento <u>AGRAMKOW</u> Data: <u>09 / 02 / 2011</u> Encontrado por: _____ Descrição da Anomalia: <u>FALSA DO VÁCUO CABEÇOTE 1</u>	ANOMALIA DETECTADA Equipamento _____ Data: ___ / ___ / ___ Encontrado por: _____ Descrição da Anomalia: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
OS Nº <u>123444</u> Origem: <input checked="" type="checkbox"/> Mec. <input type="checkbox"/> Elétr. <input type="checkbox"/> Outros	

FIGURA 18 – EXEMPLO DE ETIQUETAS DE DETECÇÃO DE ANOMALIAS. (FONTE: O AUTOR, 2010)



conhecimento adquirido, já foram suficientes para que parte dos problemas começasse a ser resolvidos de forma preventiva e sem a necessidade de auxílio da equipe de manutenção.

Além disso, o acompanhamento das condições e a realização de pequenas tarefas de manutenção no equipamento, através do checklist diário de manutenção, e a sinalização das anomalias encontradas, através da colocação das etiquetas de anomalia, tornaram possível a detecção e informação dos problemas para a equipe de manutenção de forma prévia; possibilitando assim um melhor planejamento para execução da intervenção de manutenção. Desta forma, é possível a realização de um levantamento do grau de necessidade de intervenção; se é esta pode ocorrer durante um intervalo de turnos ou alguma outra hora em que a linha de montagem esteja parada, além do levantamento da localização do problema e do grau de complexidade; possibilitando uma intervenção rápida e efetiva no equipamento.

TABELA 4 – PERDAS DE PRODUÇÃO (PRODUTOS) DEVIDO A PROBLEMAS COM EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

		2011											
	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Ocorrências	2	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0,8
Perdas	33	6	5	44	0	6	0	0	0	0	0	69	13,6

FONTE: O AUTOR, 2011.

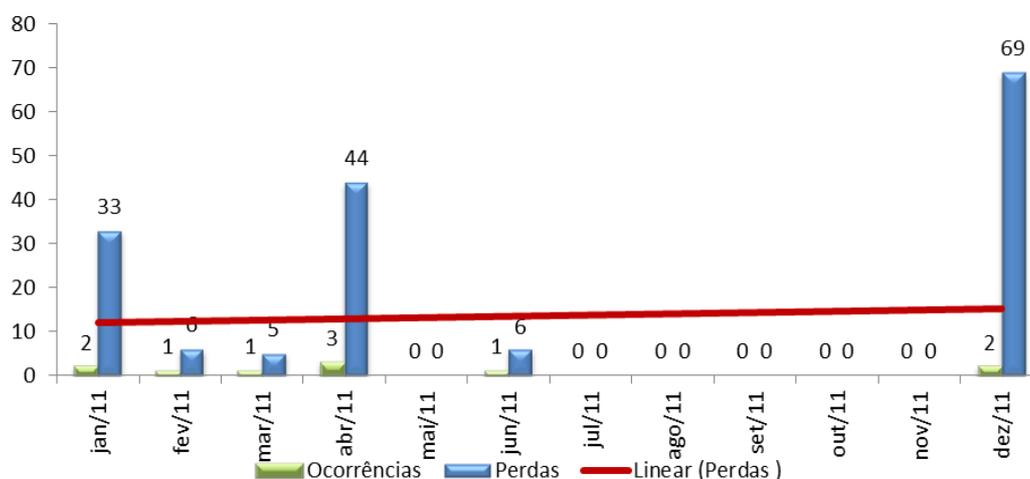


FIGURA 20 – GRÁFICO DE PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA DE MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS, APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA. (FONTE: O AUTOR, 2011)

Essas ações começaram a tornar-se cada vez mais efetivas, conforme pode ser visualizado na evolução dos números durante o ano de 2011. Pode-se notar, porém, que apesar da redução em relação aos dois últimos meses de 2010, acabavam existindo manutenções corretivas visto que, a parada geral de manutenção da empresa ocorre em julho de cada ano e, o equipamento estava há quase um ano sem uma manutenção geral. Esta análise fica evidente se analisados os dados a partir de julho de 2011, sendo que só veio a ocorrer novas paradas para manutenção corretiva no mês de dezembro de 2011; cinco meses após a parada de manutenção do ano de 2011.

No gráfico da FIGURA 21, podemos ver o acumulado, desde a detecção do problema em novembro de 2010. É nítida a tendência de redução, tanto na quantidade de intervenções, quanto na quantidade de perdas de produção. Fazendo um comparativo entre a média dos dois últimos meses de 2010 e a média do ano de 2011, ocorreu uma redução aproximada de 92% na quantidade de intervenções de manutenção, além de uma redução de aproximadamente 94% na quantidade de produtos perdidos.

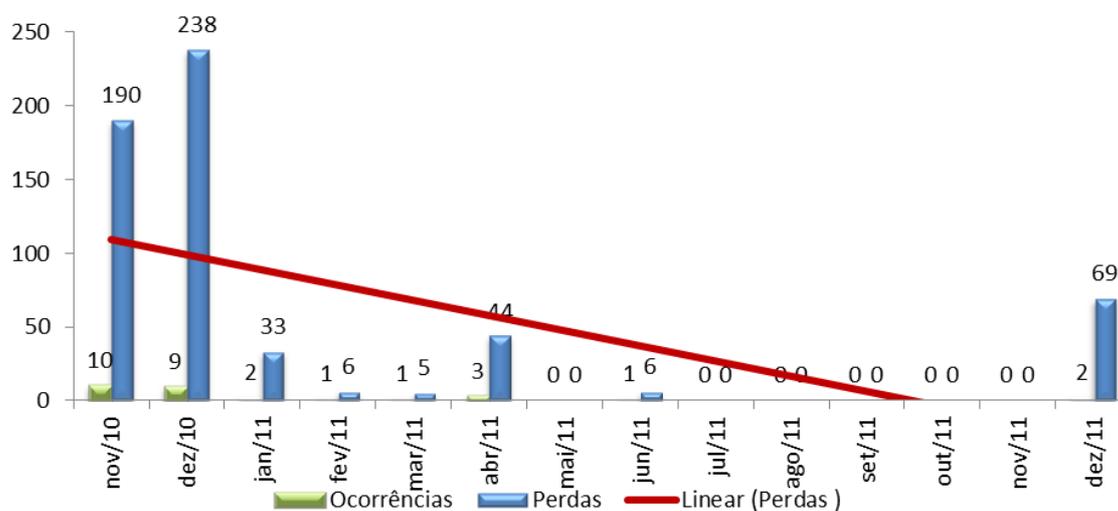


FIGURA 21 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DAS PERDAS DE PRODUÇÃO DEVIDO ÀS OCORRÊNCIAS DE PARADA PARA MANUTENÇÃO NO EQUIPAMENTO DE CARGA DE GÁS, COM RELAÇÃO AOS LEVANTAMENTOS INICIAIS; ANTE DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA. (FONTE: O AUTOR, 2011).

Além da influência, nas quantidades de ocorrências de manutenção e perdas, foi possível perceber que essa melhoria, também, nos indicadores de manutenção. Conforme mostrado na TABELA 5 e FIGURA 22, a seguir, o indicador MTBF (tempo médio entre falhas, em português) mostrou um aumento significativo, com relação

aos dois meses analisados em 2010. Pode-se notar uma tendência de aumento e, analisando somente o ano de 2011, pode-se uma estabilidade de resultados; tendo apresentado apenas os meses de abril e dezembro, uma variação significativa.

No ponto de vista do MTTR (tempo médio de reparo, em português), a evolução também acabou sendo bastante significativa, conforme pode ser visto na FIGURA 23. Apesar de graficamente parece quase estável, pode-se perceber pelos dados da TABELA 5, que se partiu de um tempo de reparo médio mensal de 12 a 16 minutos e, com a implantação da manutenção autônoma, evoluiu-se para apenas 4 minutos e posteriormente chegou-se à ausência de necessidade de manutenção corretiva nos meses de julho a novembro.

TABELA 5 – INFLUÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO.

	2010		2011											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Falhas	10	9	2	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2
Perdas	190	238	33	6	0	44	0	6	0	0	0	0	0	69
MTBF	72	80	360	720	720	240	720	720	720	720	720	720	720	360
MTTR	12	16	10	4	0	9	0	4	0	0	0	0	0	21

FONTE: O AUTOR, 2011.

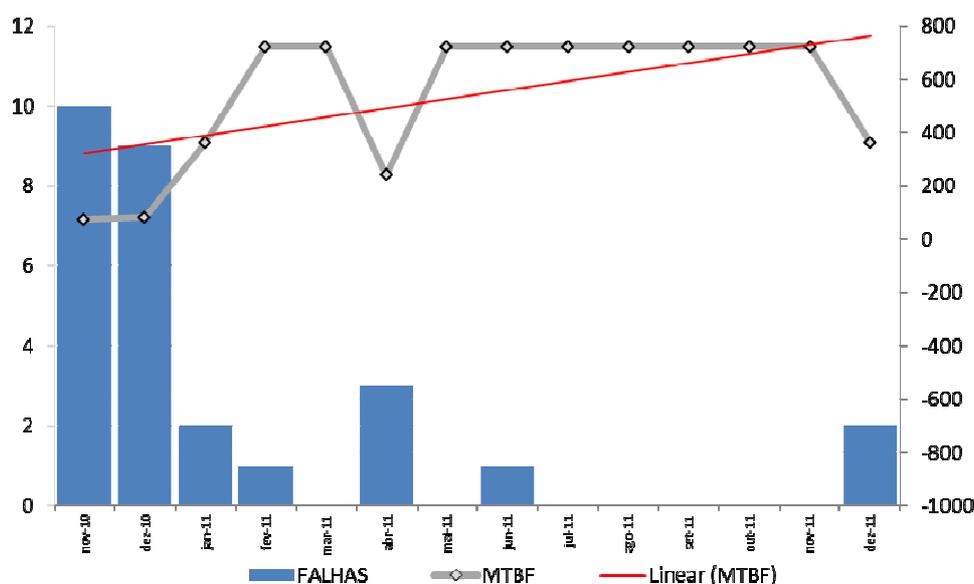


FIGURA 22 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DO INDICADOR MTBF (FONTE: O AUTOR, 2011)

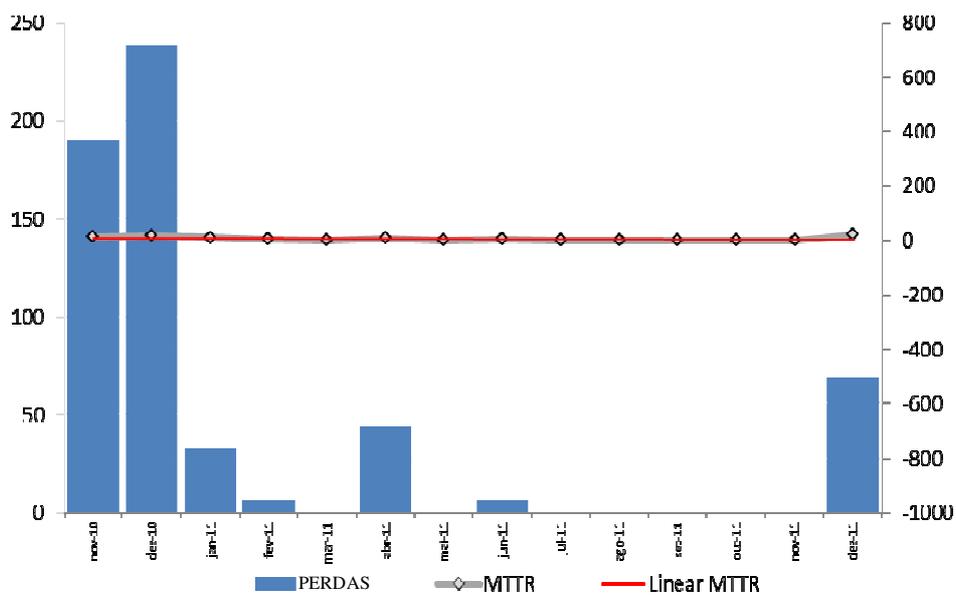


FIGURA 23 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DO INDICADOR MTTR (FONTE: O AUTOR, 2011)

### 3.5 Conclusões

Analisando os resultados apresentados, é perceptível a melhoria trazida pela aplicação dos conceitos do TPM, mais especificamente, neste caso, os conceitos de manutenção autônoma.

Apesar de tratar-se de um equipamento relativamente simples, seu funcionamento é de suma importância para todo o processo de montagem. Como este processo está posicionado no meio de uma linha contínua de montagem, cada processo existente, ao longo da mesma, afeta diretamente a qualidade, bem como, a quantidade de produtos produzidos pela linha ao final do período medido. Desta forma, a simples troca prévia de um anel de vedação, do equipamento de carga de gás, por exemplo, possibilita que a linha continue produzindo, sem intervenção da equipe de manutenção e sem perdas de produção. Além disso, possibilita que os produtos que passarem pelo equipamento, recebam a quantidade correta de gás refrigerante; não afetando assim seu funcionamento, quando em utilização pelo consumidor final.

Outro ponto importante é a divisão da responsabilidade, entre operadores e equipe de manutenção, pelo bom funcionamento do equipamento. Como os operadores também são responsáveis pela conservação e por pequenas manutenções do equipamento, fica evidente um maior senso de responsabilidade por uma possível parada de linha causada pelo mesmo. Desta forma, a parada que antes era de responsabilidade somente da manutenção, passa a ser de todos e a prevenção, o conhecimento sobre o equipamento e a melhor comunicação entre produção e manutenção facilitam o trabalho para uma retomada mais rápida da produção. Essa divisão possibilita também que a manutenção pare de trabalhar somente “apagando incêndios” e comece a ter maior disponibilidade tanto para realizar um melhor planejamento de manutenções preventivas e corretivas planejadas, quanto para atender as demais ocorrências da fábrica. Isto porque, ao chegar para realizar uma manutenção, a equipe de manutenção já recebe do operador do equipamento, uma análise prévia da localização da falha/defeito e pode então, analisar e atuar de forma mais rápida e precisa do que antigamente; quando tinha que analisar todo o equipamento para descobrir onde está a falha ou defeito.

Pode se perceber então, que realmente uma manutenção bem planejada e com comprometimento de todos, traz benefícios à empresa, visto que os quesitos Qualidade, Custo e Entrega são melhorados desde os consumidores internos;

manutenção em relação à produção, por exemplo, até a relação da empresa com o consumidor final. Como já falado anteriormente, a empresa que quer se destacar, neste mercado cada vez mais competitivo, deve buscar levar ao mercado produtos com qualidade e custo reduzido. Para isto, fica evidente a necessidade de excelência em cada um de seus processos internos. Com a manutenção não é diferente, uma vez que, se mal planejada/executada acaba sendo um dos processos que mais oneram os custos de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAMKOW. Disponível em: <<http://www.agramkow.com/Produtos%20e%20Benef%C3%ADcios-208.aspx>> Acesso em: 30 maio. 2012.

ALVES, Paulo Rodrigo. **PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DENTRO DO CONTEXTO DA FILOSOFIA TPM: APLICAÇÃO PARA UM EQUIPAMENTO DE CORTE DE CHAPAS EM UMA EMPRESA METALÚRGICA**. 2009. 65 f., Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2009. Disponível em: <[http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2009-01/2009\\_1\\_tcc04.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2009-01/2009_1_tcc04.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2012.

CAGLIUME, Fabiano Roberto; PILATTI, Dr. Luiz Alberto; KOVALESKI, Dr. João Luiz. **Otimizando o Pilar de manutenção planejada com o 5S: um estudo de caso**. Ponta Grossa, 2007. Disponível em: <[http://www.pg.cefetpr.br/incubadora/wp-content/themes/4o\\_epege/otimizando-o-pilar-de-manutencao-planejada.pdf](http://www.pg.cefetpr.br/incubadora/wp-content/themes/4o_epege/otimizando-o-pilar-de-manutencao-planejada.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2012.

CHIARADIA, Áureo José Pillmann. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4470/000457034.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 fev. 2012.

CONCEIÇÃO JUNIOR, Joel Da; SILVA, Sérgio Luis Da. **Educação e Treinamento Como Fator Crítico Para a Manutenção Autônoma (MA): Estudo De Caso De Implementação Do Total Productive Maintenance (TPM)**. In: XV SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2010/artigos/E2010\\_T00467\\_PCN37576.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00467_PCN37576.pdf)> Acesso em: 12 fev. 2012.

FURLAN, Emerson; LEÃO, Moisés Souza. **Manutenção Autônoma: Um Estudo de Caso em Uma empresa de Embalagens Cartonadas**. 2010. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade Cenecista De Capivari-sp, Capivari, 2010. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=manuten%C3%A7%C3%A3o%20aut%C3%B4noma%3A%20um%20estudo%20de%20caso%20em%20uma%20empresa%20de%20embalagens%20cartonadas&source=web&cd=1&ved=0CFYQFjAA&url=http%3A%2F%2Flibdig.cneccapivari.br%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_rubberdoc%26view%3Ddoc%26id%3D213%26format%3Draw&ei=ONXLT7OiAor28gTO2NjyDg&usq=AFQjCNGxt\\_xY\\_h-38fg2IPb3rB9GWq3xFg&cad=rja](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=manuten%C3%A7%C3%A3o%20aut%C3%B4noma%3A%20um%20estudo%20de%20caso%20em%20uma%20empresa%20de%20embalagens%20cartonadas&source=web&cd=1&ved=0CFYQFjAA&url=http%3A%2F%2Flibdig.cneccapivari.br%2Findex.php%3Foption%3Dcom_rubberdoc%26view%3Ddoc%26id%3D213%26format%3Draw&ei=ONXLT7OiAor28gTO2NjyDg&usq=AFQjCNGxt_xY_h-38fg2IPb3rB9GWq3xFg&cad=rja)>. Acesso em: 30 maio 2012.

INTRODUCTION TO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: Student Study Guide. Denso, 2006. Disponível em: <<http://www.densopartsweb.com/100/TPM100StudyGuide.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

KATILA, Pekka. **Applying Total Productive Maintenance - TPM: Principles in the Flexible Manufacturing Systems**. Lulea Tekniska Universitet, 2000. Disponível em: <<http://pure.ltu.se/portal/files/1858364/LTU-TR-0023-SE.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2012.

KONEIN, Stefan. **EMS Handbook: Productive Maintenance**. 3. ed. [s.l.]: Electrolux, 2010. CD-ROM.

MARCORIN, Wilson Roberto; LIMA, Carlos Roberto Camello. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista De Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, v. 11, n. 22, p.35-42, 2003. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct22.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2012.

OLIVEIRA, Claudilaine Caldas de; MARTINS, Rui Francisco; XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**: estudo de caso em uma Indústria Alimentícia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., Botucatu, 2009. Disponível em: <[http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202009/CONGRESSOS/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI\\_SIMPEP\\_Art\\_8\\_a.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202009/CONGRESSOS/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI_SIMPEP_Art_8_a.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2012.

REIS, Rubens Alberto Dos et al. O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção: um estudo de caso. **Revista Admpg**: Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p.111-114, 2008. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2008/artigos/ARTIGO%2016%20COMPLETO.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. 2003. 84 f. Monografia (Especialização) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003. Disponível em: <[www.ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso\\_ricardo.pdf](http://www.ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeiro-celso_ricardo.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2012.

ROBERTS, Ph.D. Jack. **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**. [s.l.]: The Technology Interface, 1997. Disponível em: <<http://technologyinterface.nmsu.edu/fall97/manufacturing/tpm2.html>>. Acesso em: 19 mar. 2012.

SPERANCETTA, Alessandro. **O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7346/000498521.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

VENKATESH, J. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). **Plant Maintenance Resource Center**, Como, 2009. Disponível em: <[http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção Produtiva Total: UM MODELO ADAPTADO. 1997. Dissertação (Mestrado)** - Curso de Pós-graduação em Engenharia De Produção e Sistemas, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. **MANUTENÇÃO CLASSE MUNDIAL**. Salvador, 1998. Disponível em: <[www.tecem.com.br/downloads/manutencao.pdf](http://www.tecem.com.br/downloads/manutencao.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2012.

